进化·遗传学

细胞·植物·动

吉尼斯 GUINNESS 生物百科全书

行为·生理机能·解剖·分类·生态系统·环境问题·植物·动物·生

辽宁教育出版社
吉尼斯出版公司

物·细胞·生理机能·行为·解剖·分类·生态系统·植物·动物·生物

吉尼斯生物百科全书

探索自然界的精彩指南

翔实权威，由著名专家小组编撰。
精美的照片，专门绘制的插图和图表，
使本书图解色彩丰富。
近120篇专题文章，
情节动人，令人手不释卷。
资料库包括动植物的重要事实、
关键术语和概念，以及重要人物。
大量的“参见”方框，
提供阅读参考页码。
引人入胜，激发读书兴趣。

《吉尼斯生物百科全书》
不仅仅是一部工具参考书，它更是
揭示生物界奥秘的趣味性启蒙专著。

ISBN 7-5382-5486-2
9 787538 254860 >
ISBN 7-5382-5486-2/Z·127
定价：120.00元

系统·环境问题·植物·动物·环境进化·遗传学·细胞

吉尼斯生物
百科全书
辽宁教育出版社
吉尼斯出版公司

目　录

第一章　生机勃勃的星球

地球的年龄 …… 4
什么是生命 …… 6
星球外貌的变化 …… 8
气候因素 …… 10
进化：物种起源 …… 12
进化论的证据 …… 14
不断发展的进化 …… 16
生命的分类 …… 18
细胞：生命的基本单位 …… 20
生命的蓝图：遗传学 …… 22
简单的生命形式：细菌与病毒 … 24
简单的生命形式：原生生物 …… 26

第二章　植物界

植物 …… 30
植物的功能 …… 31
藻类植物和真菌 …… 34
孢子植物 …… 36
松柏类及其近缘 …… 38
有花植物的出现 …… 40
传粉和种子传播 …… 42
有花植物的多样性 …… 44

第三章　动物界

动物 …… 50
海绵 …… 52
腔肠动物 …… 53
棘皮动物 …… 54
蠕虫 …… 55
软体动物 …… 56
节肢动物 …… 58
昆虫：形态与结构 …… 59
昆虫的分类 …… 60
昆虫：生命周期 …… 62
昆虫的相互作用 …… 64
甲壳动物 …… 66
蜘蛛和其他蛛形纲动物 …… 68
鱼类：进化与分类 …… 70
鱼类：形态与结构 …… 72
鱼类：生命周期 …… 74
鱼的世界 …… 75
两栖动物：进化与分类 …… 78
两栖动物：形态与结构 …… 79
两栖动物世界 …… 80
爬行动物：进化与分类 …… 82
爬行动物：形态与结构 …… 85
爬行动物：生命周期 …… 86
爬行动物世界 …… 87
鸟类：进化与分类 …… 90
鸟类：形态与结构 …… 92
鸟类：生命周期 …… 94
鸟的世界 …… 96
哺乳动物的出现 …… 98
针鼹和鸭嘴兽 …… 102
有袋动物 …… 103
食蚁兽、犰狳和树懒 …… 106
大象和蹄兔 …… 108
马、犀牛和貘 …… 110
猪、西貒和河马 …… 112
牛、绵羊、羚羊及其亲缘动物 … 114
鹿、长颈鹿和叉角羚 …… 116
蝙蝠 …… 118
食虫目 …… 120
食肉目：一般特征 …… 122
灵猫科及其亲缘动物 …… 123
猫科 …… 124
犬科及其亲缘动物 …… 126
熊科 …… 128
浣熊及其亲缘动物 …… 130
鼬科及其亲缘动物 …… 131
兔、野兔和鼠兔 …… 132
啮齿目动物 …… 133
灵长目动物：一般特征 …… 136
狐猴、懒猴及其亲缘动物 …… 137
新大陆猴 …… 138
旧大陆猴 …… 139

目　录

类人猿 …… 140
水生哺乳动物：一般特征 …… 142
海豹、海狮和海象 …… 143
鲸 …… 144

第四章　动物的行为和生理学

了解动物行为 …… 148
学习与智力 …… 150
动物的交流 …… 152
领地、交配和社会组织 …… 156
动物建筑师 …… 160
觅食 …… 162
捕食者与猎物 …… 164
防御、伪装和欺骗 …… 166
寄生与共生 …… 168
迁徙 …… 170
种群动态 …… 172
生物的节律 …… 174
动物的移动方式 …… 176
消化 …… 178
呼吸与循环 …… 180
神经系统和内分泌系统 …… 182
性与繁殖 …… 184
生长与发育 …… 186
感觉与知觉 …… 188

第五章　生态系统与生境

生物圈中的能量关系 …… 194
生物圈的生物地理化学循环 …… 196
气候和植被 …… 198
热带森林 …… 200
热带草原 …… 202
沙漠 …… 204
地中海式气候 …… 205
温带草原 …… 206
温带森林 …… 207
北方森林 …… 208
冻原和高山生态系统 …… 210
人造生境 …… 212
岛屿 …… 214
珊瑚礁 …… 215
湿地生态系统 …… 216
淡水生态系统 …… 218
海洋生态系统 …… 220

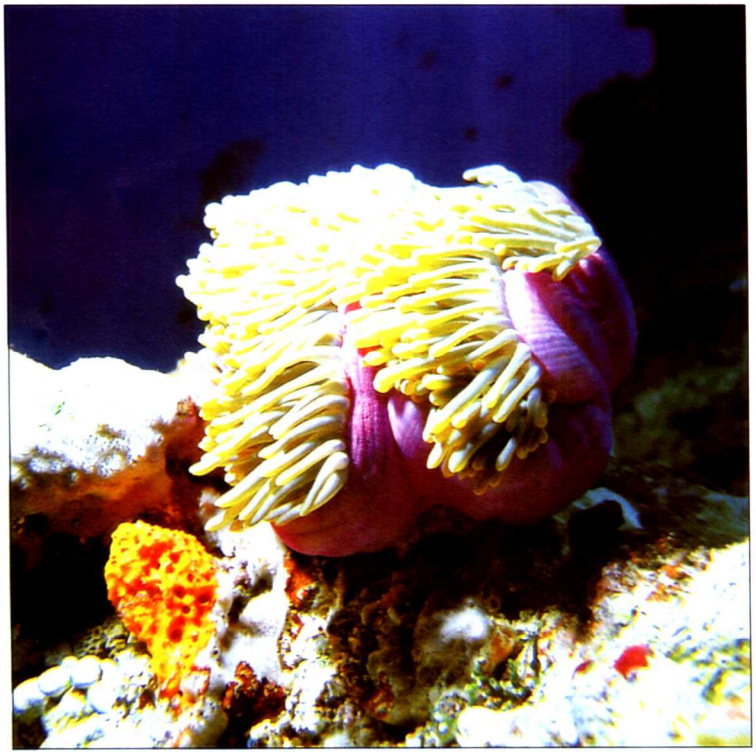
第六章　地球面临的威胁

大气的变化 …… 224
污染 …… 226
正在消失的生境 …… 228
害虫及其防治 …… 230
自然保护 …… 232

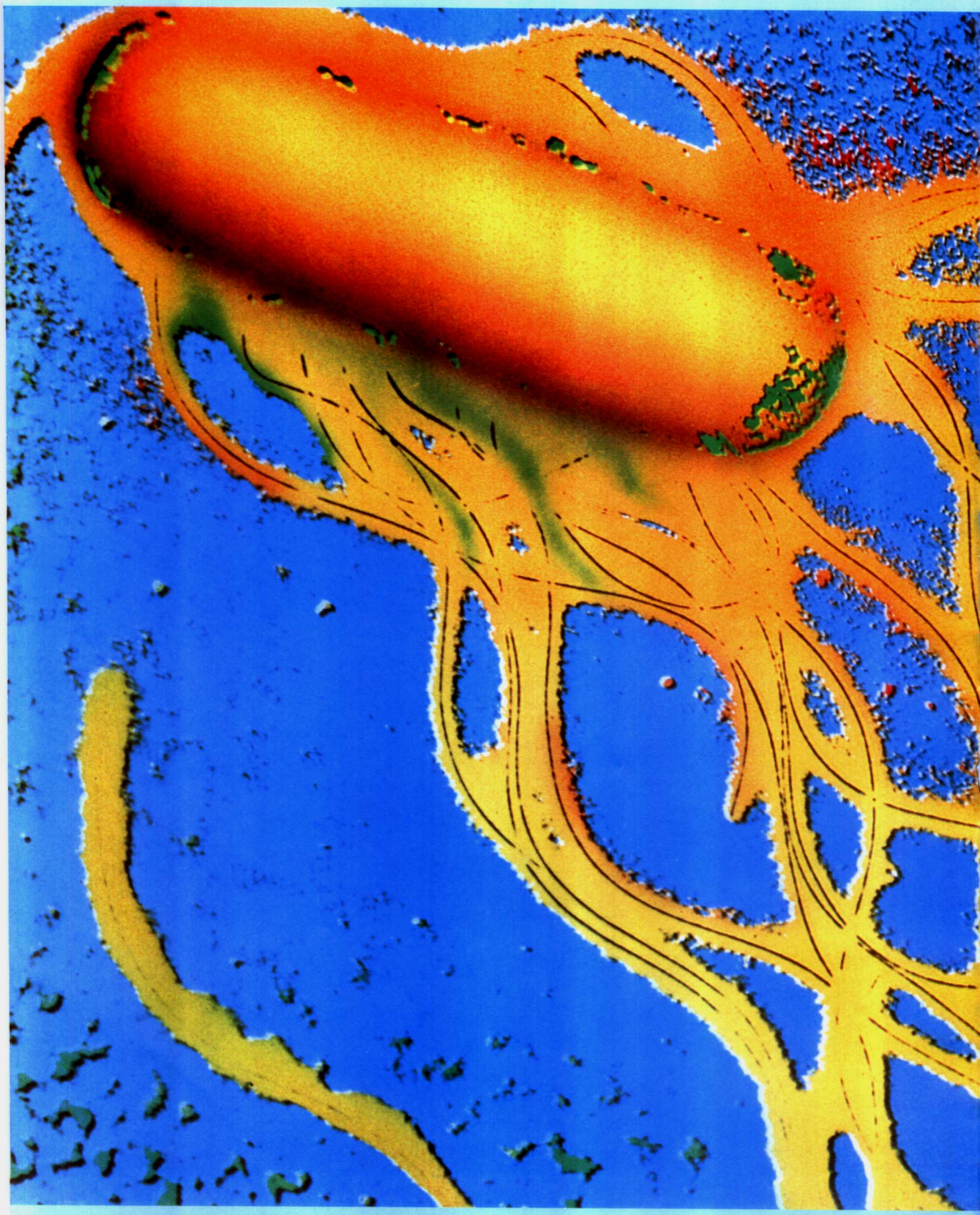
资料库

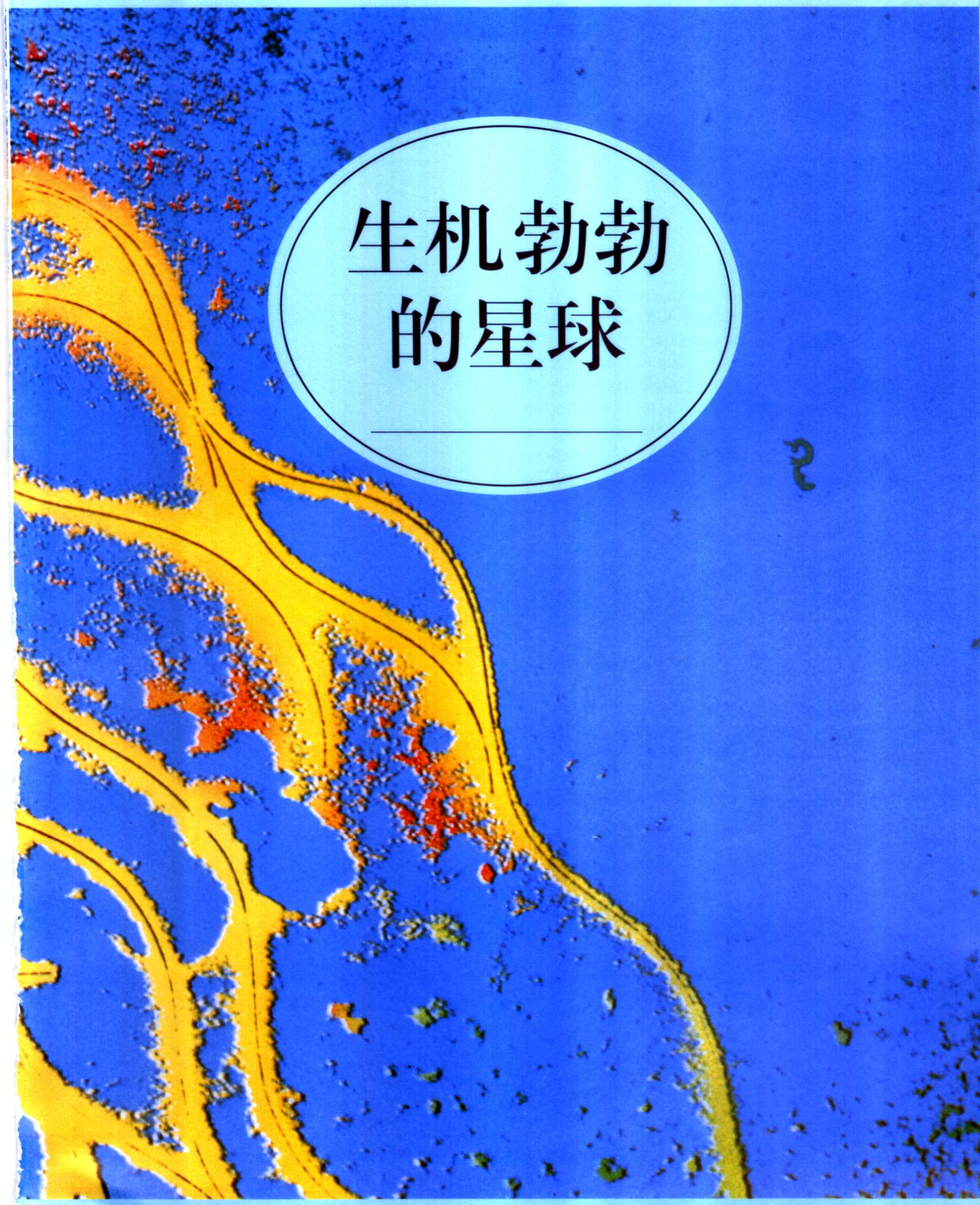
关于植物、动物、重要概念、专业术语和其他主题的资料汇集 …… 235

吉尼斯
生物百科全书



辽宁教育出版社
吉尼斯出版公司





生机勃勃的星球

地球的年龄

地球的历史刻在我们周围的岩石上。通过研究岩石以及岩石里保存下来的化石，科学家已能够追溯地球自46亿年前形成以后所经历的巨大变化。

沉积岩是沉积物长时间在海底层层地沉积而形成的。这样形成的岩石以连续的层层重叠的形式排列，年代最古老的在最下部。此外每层里都嵌有岩石形成时死亡的动植物化石。

因此沉积岩就像一本书，每层都如书页一样记录着当时存在的生命。然而不幸的是，这些记录并不完整，沉积岩在形成中不能把所有的沉积过程都保存下来，因为有些地方沉积物无法形成新的岩层，或有的地方在新的岩层沉积下来前上一层的岩石早已被侵蚀掉。沉积岩的形成还受到许多因素的制约，如岩石的褶皱、断层，或者由于巨大的地质力量(如造山运动等)造成岩层完全颠倒。

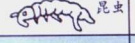
地质年代的测定方法

地质记录尽管不完整，但是对地质纪录的任何解释首先依赖于年代学。相对测定法一般以化石内容为基础确定地质年代，因为特有的化石代表着特定年代的岩石层特征。

绝对测定法指的是放射性年代测定法，它可确定岩层在此前数亿年的年龄。常用的有钾—氩法和铷—锶法。某些放射性同位素(称为母体，如钾-40和铷-80)自然存在于岩石中，它们以恒定的速度衰变成为稳定同位素(也称子体，如氩-40和锶-87)。由于岩石中母体与子体的比例随时间变化，因此通过测量岩石中母体和子体的比例便可计算出岩石的衰变时间，因此也就可以测出岩石的年龄。

另一个放射性年代测定法是碳-14法。碳-14法是一种通过测定放射性元素碳-14和稳定同位素衰变的比例来测定岩石年龄的方法。这种方法用来测定年代较近的，从更新世以后大约7万年间的岩石年龄，也可用来测定岩石中棉花、骨骼、皮毛和贝壳等有机物的年龄。

参见
- 什么是生命 6页
- 星球外貌的变化 8页
- 气候因素 10页
- 植物 30页
- 动物 50页

代	纪	世	开始(百万年前)	地理
新生代	第四纪	全新世	0.01	冰川消退，出现大陆、海洋和与今天相似的地形地貌。
		更新世	1.6	最厚的冰川压低了地壳，以至于今天欧洲的西北部和北美的大范围地区仍在以相当快的速度上升(哈得孙湾周围地区每年上升30毫米)。
	第三纪	上新世	5.3	上新世是一个发生了巨大且飞速变化的时代，巴拿马地峡上升，形成陆地，把南美洲和北美洲连在一起。
		中新世	23	非洲向北移，接近欧亚大陆；印度板块与亚洲板块碰撞，喜马拉雅山隆起；红海和地中海出现。
		渐新世	34	阿尔卑斯山的主要造山阶段开始，紧接其后的是东非和红海断开。南美洲与南极洲分开。
		始新世	53	印度板块开始与欧亚板块碰撞(在渐新世导致了喜马拉雅山脉的形成)。随着欧亚大陆的最终分裂，出现了欧亚盆地。比利牛斯山脉在始新世后期形成。澳大利亚与南美洲和南极洲分开。
		古新世	65	古西班牙向欧洲靠拢。巴拿马海峡把大西洋和太平洋连在一起。
中生代	白垩纪		135	印度与南极洲分开。大西洋的扩展也使南美洲和非洲分开。大西洋继续扩展，格陵兰岛分离出去。
	侏罗纪		205	侏罗纪开始时，冈瓦纳古陆与劳亚古陆分裂，南欧洲和非洲分开，后来将泛古陆一分为二，大西洋中部出现。
	三叠纪		250	中生代开始时所有的大陆都连在一起。几乎地球上全部的陆地都集中在地球的一侧，其结果是大片地区因远离海洋而变得贫瘠、干燥。
古生代	二叠纪		300	泛古陆形成，在二叠纪后期，西伯利亚与泛古陆北部碰撞形成了乌拉尔山脉。
	石炭纪(在美国分为早期的密西西比纪和晚期的宾夕法尼亚纪)		355	主要大陆漂移得彼此越来越近，到二叠纪早期时，劳亚古陆与冈瓦纳古陆碰撞，形成了一个超大陆，即泛古陆。
	泥盆纪		410	劳亚古陆和冈瓦纳古陆的距离缩小，海平面仍很高。 
	志留纪		438	劳伦古陆和波罗的古陆连成一体形成劳亚古陆。可能由于冰盖的融化，海平面很高。
	奥陶纪		510	波罗的古陆从南极地区向赤道移动，接近劳伦古陆。同时冈瓦纳古陆向南极移动。日渐严重的冰川使得海平面下降。
	寒武纪		570	前寒武纪结束时绝大多数陆地连成一片形成超大陆，但在寒武纪后期，冈瓦纳古陆、西伯利亚和劳伦古陆自超大陆上分裂出去，形成各自独立的大陆，横跨赤道。
前寒武纪			4600	北美洲、格陵兰岛和苏格兰连为一片形成劳伦古陆，赤道定位。冈瓦纳古陆位于南半球。

地质年代	气候	植物	动物
	目前地球可能处在间冰期。	今天的植物分布区形成。	今天的动物分布区形成，人开始统治地球。
	气候变得更冷，更干燥，四季更分明，这些都表明北半球冰川的发展与衰退是有规律的。在过去的几百万年中，出现了无数次的冰川期，但在两个冰川期之间是气候温暖的间冰期，最后一次冰川期在1万年前结束。	热带稀树草原和干草原范围扩大，并随着每次冰蚀而范围缩小。 直立人	更新世结束时，许多巨型哺乳动物灭绝，包括巨河狸、猛犸、巨地懒和南美犰狳。直立人在160万年前出现，现代人在3万年前出现。
	上新世早期海平面上升。开始时全球气候比今天的气候温暖，但300万年前随着北半球极地冰川的发展，气候出现了急骤的变化。	大部分植物与今天的相似，许多浮游植物群落消失。	猛犸(巨型哺乳动物)出现。最早的人科在300万年到400万年前在非洲出现。 南猿
	极地变冷，由于局部的板块运动使得气候变得恶劣，许多地区降雨量极少。气候总的来说很冷，海平面在中新世晚期下降了近50米(16英尺)。	禾本科植物和其他草本植物的范围扩大，森林的范围缩小。 马呈辐射形进化	猿和马呈辐射形进化。许多生物群如青蛙、蛇、鼠等，它们的一些成员与今天的形状大体相同。
	渐新世早期全球范围内海退，中期气候变冷。	存在种类极少的浮游植物；草原范围扩大。 早期猴	哺乳动物继续呈辐射进化。猿类动物出现；巨型陆生哺乳动物灭绝。
	尽管在始新世晚期气候下降了12℃(22° F)。但总的来说气候温暖，同时冰川发展加剧，海平面下降。	森林已具现代外貌，禾本科植物大发展，并介入主开阔地带，承受得住大范围的动物啃食的压力。	哺乳动物，如偶蹄动物、奇蹄动物、象、贫齿动物、鲸、啮齿动物、食肉动物和早期的灵长目动物呈辐射形进化。所有的鸟目动物在始新世结束时都已出现。 食肉动物
	古新世结束时的气温要比开始时的气温大约低10℃(18° F)。但古新世早期气温急剧上升导致气候变暖。	接近英格兰南部的亚热带植物出现。有花植物的许多科已进化到如现代一样。真正的禾本科植物起源并扩散。	许多哺乳动物包括刚出现的灵长目动物呈快速的辐射形进化。许多哺乳动物群第一次出现。 灵长目动物
	白垩纪开始时气候温暖，海平面上升，欧洲和北美西部淹没在海里。白垩纪后期气候变冷。 有花植物	浒苔出现。被子植物(有花植物)出现。到白垩纪结束时，被子植物已经历了大范围的辐射形进化，所以许多地区的森林主要是落叶、阔叶乔木占优势。早期的禾本植物在白垩纪后期出现。	真骨鱼经历了主要的辐射形进化，但最重要的脊椎动物是海生蛇颈龙、巨龟和新进化的沧龙。白垩纪结束时，出现了大范围的动物灭绝，包括菊石动物、恐龙、鱼龙和翼手龙。 沧龙
	热带气候。欧洲和北美洲的浅海的大部分地区没入海面下。	铁树林、松柏林和银杏林出现。硅藻(一种单细胞藻类)出现并在海洋里呈辐射形进化。 鸟	海龟、水龟和鳄鱼数量剧增。恐龙进一步呈现多样化，侏罗纪结束时，出现了最早的鸟。
	即使在高纬度地区，也相对地温暖、干燥。海平面总的来说是上升的。 恐龙	石灰质鞭毛虫(生成白垩的藻类)第一次出现。陆地上主要是裸子植物(尽管蕨类植物仍然很重要)，松柏植物里除了松树外都已出现。 哺乳动物	三叠纪以大量动物的灭绝而结束，灭绝的动物中有许多无脊椎动物及低级爬行类动物。然而三叠纪也出现了许多动物群，如真骨鱼(今天也是鱼类中优势群)；巨型海生爬行动物，如鱼龙、蛇颈龙；槽齿动物(后来进化为翼手龙和恐龙)。真正的哺乳动物也第一次出现。
	气候随地区不同而变化，温度梯度变化曲线陡直。随着高纬度地区变暖，冈瓦纳古陆的冰川渐渐消退。赤道地区干热，使生活在成煤沼泽中的植物灭绝。	裸子植物取代了孢子植物，松柏类在干燥条件下生长旺盛，铁树类(一群具有多样性特点的裸子植物群)出现了。	三叶虫消失。爬行动物呈现多样化，具有哺乳动物特征的爬行动物呈辐射形进化。 铁树
	在冈瓦纳古陆，冰川到达了古赤道以北30°，由于骤然的温度变化使其与成煤沼泽分离。赤道地区的气候普遍温暖、湿润。 爬行动物	植物化石比以往更明显，低地沼泽形成了煤层，出现了最早的松柏植物。 成煤沼泽	鲨鱼和硬骨鱼繁荣。有孔虫(浮泳苔藓虫)经历了巨大的适应性辐射形进化。出现了最早的飞行昆虫。两栖动物出现了许多变种，但主要还是生活在水里。最早的爬行动物(鸟和哺乳动物从此进化而来)出现在石炭纪早期。笔石动物灭绝。
	劳亚古陆气候干燥温暖；冈瓦纳古陆南部较凉爽，但在赤道广泛分布着温水暗礁。	陆地上植物群落分布很广。到了泥盆纪晚期出现维管植物，如石松类(长得像乔木一样高大)和问荆类植物(长有小圆叶)。出现了蕨类植物，也出现了最早的裸子植物。 两栖动物	温水中的珊瑚礁石里生活着多种硬骨鱼。大陆附近的浅水区生长着诸如菊石的新的有机体。陆地上出现了最早的动物—蝎和无翅昆虫—再后来出现了四足动物(一种原始的两栖动物)。泥盆纪后期大量海洋生物灭绝。
	温暖但多数地区相对干燥，冰盖融化，海平面上升。 有颚鱼　海蝎	陆地上出现了真正的维管植物，如石松、黄绿藻也第一次出现。 陆地植物	奥陶纪结束时，大批动物灭绝，随之出现了海洋生物的再分化。出现了板足鲎目动物(像蝎子一样的水生节肢动物)。真正的有颚鱼出现。志留纪晚期出现了最早的硬骨鱼。
	波罗的古陆变暖，冈瓦纳古陆变冷。冈瓦纳古陆的南部为冰川所覆盖。 菊石	在奥陶纪后期出现了类似于现代陆地孢子植物的孢子。 无颚鱼	巨大的适应性辐射形进化带来了多样的三叶虫、腕足动物和树状笔石。出现了腹足纲软体动物，藻苔虫，最早的海胆、海星全部的5个目以及最早的菊石。化石中已出现了从寒武纪向奥陶纪转变时的脊椎动物——无颚鱼。
	热带或亚热带气候。海平面的上升使许多大陆被淹没，随之是造山运动带来了部分地区的上升。 笔石	单细胞浮游藻类聚集稠密。在局部出现大量的多细胞浮游植物群落，如疑源藻。 三叶虫	寒武纪早期，外骨骼的进化导致了许多体大的海洋动物的出现，其中包括大放海绵、腹足纲软体动物、三叶虫、腕足动物和笔石动物。寒武纪结束时，出现了鹦鹉螺目软体动物。
	火山活动非常普遍，但冈瓦纳古陆时期有些冰川。生活在海洋和湖泊中的藻类可以进行光合作用，使得地球有了稳定的氧气积累。 软体动物	34亿年前，出现了最早的确定无疑的生命形式。其存在形式是叠层石，即由蓝绿藻形成的碳酸钙层。到了15亿年前出现了最早的海藻和真菌。	可以追溯到32.5亿年前的许多微体化石可能是由细菌和蓝绿藻形成的，最早的真核生物(带有细胞核的单细胞有机体)在大约15亿年前出现。到了8亿年前，出现了捕食性原生生物，到了5.9亿年前，出现了最早的多细胞动物，包括腔肠动物、环节虫和节肢动物。

什么是生命

大约2500年前，亚里士多德给生命下的定义是：生命指能够自己摄食、成长并死亡的能力。这些的确都是生命的特点——但这些特点绝不仅限于生命。例如，如果把一根绳子悬浮于糖浓度很高的水溶液中，绳子上就会出现结晶，并且晶体不断增长(自我摄食)直至消耗掉所有的糖。而绳上的晶体还会再次溶解在水中，这就是结晶的“衰退”和“死亡”。

几十年前，人们可以说只有生命才会对环境刺激做出反应，但随着计算机编程机器人的出现，这一观点已不再是真理。自我复制，其能力看来是生命所独具的，但也并不是没有疑问。从理论上讲，制造一台自我复制的机器，并给它编程是可能的；甚至制造一台可以利用外界物质进行自我修复的机器也是可能的。

有生命细胞

以上描述的有生命事物和无生命过程的最重要区别是：生命可以进行自我复制和自我修复。但迄今为止还没有科学家能够在实验室里制造出所有生命的基本单位：细胞。细胞(见20页)的独特性质是能够吸收外部原材料并通过化学反应使它们在体内形成大量的复杂的化合物。这样的一个细胞(其直径不到1毫米)可以进行多次分裂，有机体的复制、成长和受损伤时的修复就是这样进行的。

澳大利亚西部鲨鱼湾的叠层石。叠层石(有些已存在了34亿年)是藻青菌(最早可以进行光合作用的有机体)的化石群。由于藻青菌的光合作用，氧气第一次进入了地球的大气层，而且从那时起几乎所有的生命都要依赖于氧气或呼吸。

生命分子

所有的细胞都有4种复杂分子，它们是细胞结构和功能的基础，这组分子是：核酸、蛋白质、碳水化合物和脂质。

核酸 核酸有两种：脱氧核糖核酸(DNA)和核糖核酸(RNA)，多数细胞中，这两种核酸都存在。脱氧核糖核酸(DNA)是遗传信息的遗传密码(见22页)，而不同形式的核糖核酸(RNA)具有不同的作用：信使核糖核酸(m-RNA)产生核糖核酸的信使；转运核糖核酸(t-RNA)可将氨基酸转运到新生成的蛋白质中(见下文)，而核糖体核糖核酸(r-RNA)可作为蛋白质形成的位点。

蛋白质 一个有机体有1万多种不同的蛋白质，许多存在于细胞的结构中，而其他的蛋白质作为酶具有加速细胞内化学反应的作用，但在此期间，酶本身并不发生化学变化。蛋白质在核糖体核糖核酸的位点上形成，在此位点的氨基酸以链的形式被连接在一起；当一个或多个这样的链以某种方式折叠在一起时，就形成了具有特殊形式和作用的蛋白质分子。

碳水化合物 碳水化合物是一系列长短不一的链连接起来的单糖。碳水化合物是有机物的能量来源和基础材料，有些碳水化合物具有分子识别能力(见插图，20页)。单糖(葡萄糖)是植物和一些细菌在光合作用(见33页)过程中形成的，因此所有的动物都依赖于植物以获取碳水化合物。

脂质 重要的生命分子中的最后一种是脂质。脂质是细胞膜的重要成分。同碳水化合物一样，脂质也是简单分子，脂质是由甘油(丙三醇)、脂肪酸和磷酸盐与糖或氨基酸组合而成。

重要化合物

活细胞是由众多组复杂分子(见方框)组成的，而这些复杂分子是由更简单的成分组成的。其中最重要的成分是水和碳。水(H_2O)对于生命具有重要性，不仅因为它是氢和氧的重要来源，而且也因为它多以液体形态存在，通常所有的细胞，也就是说所有的有机体的2/3都是由水组成的。

与其他成分相比，碳的独特之处在于它能与其他成分组合形成无数的分子。由于它对生命的重要性，含碳的分子称为有机化合物。碳具有多样性，部分原因是它具有形成环和链的能力，而且许多碳化合物都溶于水。

生命起源

地球、太阳以及太阳系中的其他行星是46亿年前形成的。早期的大气层是由火山爆发所喷发出的气体组成的，包括水蒸气(H_2O)、氢(H_2)、氮(N_2)、二氧化碳(CO_2)和一氧化碳(CO)。随着早期大气层的变冷，氢与碳氧化物反应形成甲烷(CH_4)，和氮反应形成氨(NH_3)。

如果受到来自太阳的紫外线的照射，或是电火花(如闪电)通过这些气体的混合物时，氨和甲烷就会与水和二氧化碳发生反应，形成了氨基酸，如果再将它们加热，就会形成线性链——线性链是蛋白质结构的特点(见方框)。在大气层中的氢氰酸和氨参与同样的反应形成了嘌呤和嘧啶，而嘌呤和嘧啶是构成脱氧核糖核酸的材料。

另一个理论认为氨基酸根本不始于地球，因为已在陨石中发现了含有氨基酸和脂肪酸(脂质的一个成分；见方框)的小有机球体，所以该理论认为生命的重要成分实际上来自太空。

不论认为氨基酸是怎样起源的，有一点是肯定的，即所有的行星中只有在地球上，我们所知道的生命才可得以发展，因为只有在我们的地球上水才以液体的形式存在。海洋是由大气层中的水蒸气凝结而成的，很快海洋里就积聚了大量的溶解的矿物质和气体，因此导致了生命有机分子进化所需要的原始的液体培养基的形成。

大约40亿年前，生命形式的发展迈出了第一步，而且也

是重要的一步，即海洋中出现了大量的分子，如可以进行自我复制的脱氧核糖核酸。由于当时臭氧层还没有形成，太阳的紫外辐射非常强烈，因此随之引起分子复制过程中的突变(见16页)。而在那时自然选择可能就开始了。像善于自我保护的动物一样，准确的复制者为了保护自己的生存就必须进行成功的繁殖，其方式是以其他分子作为中心复制分子的保护层进行复制。

后一个过程很可能就是捕食现象和共生现象的早期形式，但实验也提供了另一个设想的可能性，即在火山活动非常剧烈，但随之又由于冷水的作用产生了快速的冷凝时，氨基酸可以转化为具有双层膜的细胞似的结构。

这样就以一种或多种形式出现了我们可以肯定认为是生命的最早形式，也就是单细胞原核有机体(见20页)，如细菌。这些最早的简单生命形式以细胞分裂的形式繁殖(复制)，并以早期海洋中可获得的大量的有机分子作为能量的来源。

早期进化阶段

然而，大约在34亿年前，随着有机分子作为能源的开始耗尽，新的细菌形式开始出现，如藻青菌，也称蓝绿藻(见25页)。藻青菌可以进行光合作用，即可以不依赖于现成的能源，通过使用太阳光能(见33页)把无机分子转化成复杂的有机化合物。由于光合作用产生了氧气，随之氧气便在大气层中大量积聚。此前氧气对生命有害，现在细菌开始进化，并依赖氧气进行呼吸。

大约15亿年前，新的单细胞有机体开始出现，尽管它们极其微小，但已比细菌大了许多倍。这就是最早的原生生物(见26页)，其中一些是像动物一样的消费者，另外一些像植物一样可以进行光合作用。原生生物是最早的拥有真核细胞(见20页)的有机体，真核细胞比细菌的原核细胞复杂得多。一方面，真核细胞有细胞器(见方框，20页)，即具有特殊作用的微型器官。某些细胞器与细菌非常相似(见插图)，而且细胞器与细菌各自都具有自己的脱氧核糖核酸(DNA)，因此有专家认为较简单的原核细胞之间相互作用就产生了早期的真核细胞。

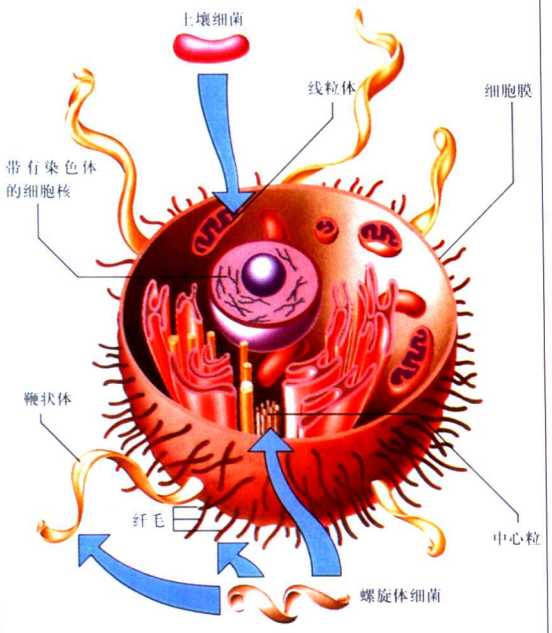
真核细胞的主要特点是它们具有带染色体的细胞核，也就是脱氧核糖核酸(DNA)的组织结构。很有可能随之就出现了性细胞分裂(见22页)。性的发展(二个独立的有机体之间遗传物质的交换)为物种的变异提供了基础，变异加速了自然选择的步伐，因此也就加速了进化的过程。

在6亿年前出现了下一个重要的发展阶段，即出现了多细胞有机体。最早的多细胞动物可能类似海绵(见52页)，多细胞体内有几种细胞，每种细胞都具有各自独立的功能，但同时每种细胞都与其群体内的其他细胞协调行动。事实上，有些专化细胞已与某些原生动物没有区别。多细胞有机体开始就是这样进化的。在最早的多细胞有机体出现的几百万年间，无脊椎动物的主要群体的大多数也已出现。最早的脊椎动物——以无颚纲鱼的形式——大约在5亿年前出现，随之从无颚纲鱼进化出其他鱼类、两栖动物、爬行动物、鸟类以及哺乳动物。

参见

- 地球的年龄 4页
- 进化 12—17页
- 细胞 20页
- 遗传学 22页
- 简单的生命形式 24—27页
- 植物界 30—47页
- 动物界 50—145页

从原核细胞到真核细胞



细菌(简单的原核细胞)与细胞器(微型器官，位于复杂的真核细胞中)极为相似。因此有些科学家提出最早的真核细胞是各种原核细胞互相作用产生的。

深海的一些地区温度很高，富含硫化物的水来自海底的火山口。科学家已在这些火山口周围发现了某些细菌以硫化物作为能量的来源，反过来又为许多形状怪异的动物群(包括须腕虫)提供营养，这些有机群体是我们所知道的、仅有的、无需通过光合作用而依赖太阳能的群体。一些科学家相信生命可能是在类似于这些海底火山口周围的水中进化形成。

星球外貌的变化

以往很长时间人们一直认为大陆是相对固定不动的。尽管人们已发现非洲和南美洲轮廓崎岖不平，相互对应，直到1915年才发现了重大证据证明大陆一直在漂移。

那一年(1915)德国气象学阿尔弗雷德·韦格纳指出非洲西海岸和南美洲东海岸的许多岩石、山脉甚至化石都是相似的。他还指出早已灭绝的舌羊齿属植物原来的生长范围非常广，不仅在南美洲、非洲南部，而且在马达加斯加、印度和澳大利亚有分布。

大陆漂移

以此及其他证据为根据，韦格纳推断，地球上原来有一块超大陆，他把这块超大陆称为泛古陆。他还得出结论，认为这个大陆在中生代(2.5亿—6500万年前)断开，后来从断裂的两块中又在不同时期分裂出许多小的陆块，这些断裂后的陆块不断地漂移，就出现了各大陆今天所处的位置。

韦格纳的理论随之又得到南非地质学家亚历山大·迪图瓦的完善。他提出地球上本来有两块超大陆，南半球一块，他称为冈瓦纳古陆(该名来自印度一个地区)，北半球一块，他称为劳亚古陆。迪图瓦认为在石炭纪(3.5亿—3亿年前)这两块古陆相互碰撞形成了泛古陆。到了20世纪60年代已经有了足够的地质证据证明各大陆以每年几厘米的速度在不断地漂移。

板块构造

那时还需要有一假说来证明这一现象。1962年美国地质学家哈里·赫斯提出一个假设。他认为海洋中部海脊下的地幔不断地喷出溶岩，随着溶岩的凝固，海底的地壳不断地发生变化。同时海底地壳沿海沟向下潜没，又重新循环回地幔(见插图)。

到了60年代末期，大陆漂移说和海底扩张说已被看做是板块构造论的两个重要方面。今天专家们普遍认为地壳由15个大小不同的板块构成，它们在熔化的岩浆上自由地水平漂移。有些板块(如太平洋板块)上几乎都是海洋，而多数板块上既有海洋又有大陆。

大陆、分布和传播

大陆板块过去和现在的并置排列，对地球上多数生命形式的分布和传播产生了重大的影响，因此也在进化过程中起了重要的作用。

开始时，地球上只有海洋里才有生命。但即使在海洋里，最早的生命形式的最佳生活环境是大陆架沿岸温暖的浅水区——因此大陆漂移影响着原始有机体的分布和传播。

到了奥陶纪(5.1亿—4.38亿年前)在大西洋地区就出现了两个动物区域——美洲区(或称劳伦古陆区)和欧洲区(或称波罗的古陆区)。每个区域都有其独特的动物群，如三叶虫、腕足动物、牙形刺和笔石动物等。但在志留纪，波罗的古陆和劳伦古陆逐渐靠近使得三叶虫和腕足动物在幼虫期可以游过原始的大西洋，古大西洋两岸的无脊椎动物群变得相同。

志留纪大型动物(如无颚纲鱼和蝎状板足鲎目动物)开始移生于淡水。同时小的带孢子的维管植物也移生于陆地。到了泥盆纪(4.1亿—3.55亿年前)孢子植物，各种各样的节肢动物(如原始昆虫)和最早的四足动物已成功地移生于河流、湖泊等湿地边缘。许多有机体在陆地上定居，它们更易受到大陆漂移的影响。

到了石炭纪(3.55亿—3亿年前)，孢子植物是森林中的主要植物，由于孢子植物必须在水里受精(见36页)，因此它们受到局限，只能生长在海边湿地，两栖动物也依赖于水(见78页)。最早的裸子植物的生长并不那样依赖水(见38页)，因此能够占领较干燥、海拔较高的内陆区。最早的羊膜动物、爬行动物(见82页)也开始向干燥的陆地移居。

石炭纪后期泛古陆的形成给海水循环模式以及地球上的气候带来了巨大的影响。二叠纪时(3亿—2.5亿年前)，由于气候的变化便出现了二个不同的植物区域(冈瓦纳系和欧美系)。赤道地区气候干热使得成煤木本沼泽植物不能生长，取代它们的是松柏类植物和铁树目植物。

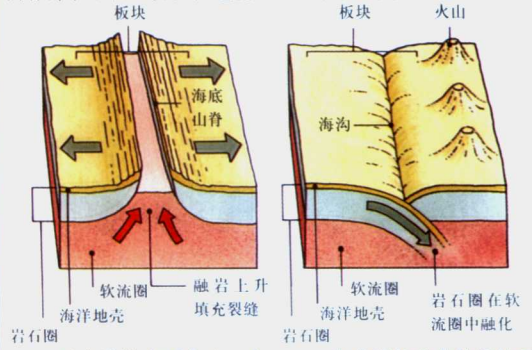
中生代开始时(2.5亿年前)，所有的主要大陆都连在一起，因此有些陆地远离海洋，这些陆地因此变得贫瘠、干燥。但这对爬行动物影响不大，因为它们已习惯于生活在干燥的环境里。二叠纪时(2.5亿—2.05亿年前)，恐龙出现并多样化(见82页)，哺乳动物(见98页)也在此间出现。

侏罗纪时(2.05亿—1.35亿年前)泛大陆开始断裂，欧亚、北美和格陵兰岛连在一起没有断开，但它与冈瓦纳古陆分离。然后冈瓦纳古陆的东部(印度、澳大利亚和南极洲)与西部(非洲和南美洲)断开。尽管在白垩纪(1.35亿—6500万年前)时发生了重要的泛大陆的断开，多数恐龙群已在侏罗纪早期出现。之后恐龙遍布全球，在大约6500万年前突然消失(见82—84页)，此前，恐龙一直是地球生命的主宰。

直到始新世(5300万—3400万年前)早期哺乳动物身体都较小。始新世早期出现了较大的哺乳动物(包括有蹄动物、食肉动物和早期的类人猿)的辐射形进化。始新世早期，北美洲和欧洲的哺乳动物几乎是一样的，但是在始新世中期由于格陵

创造和破坏

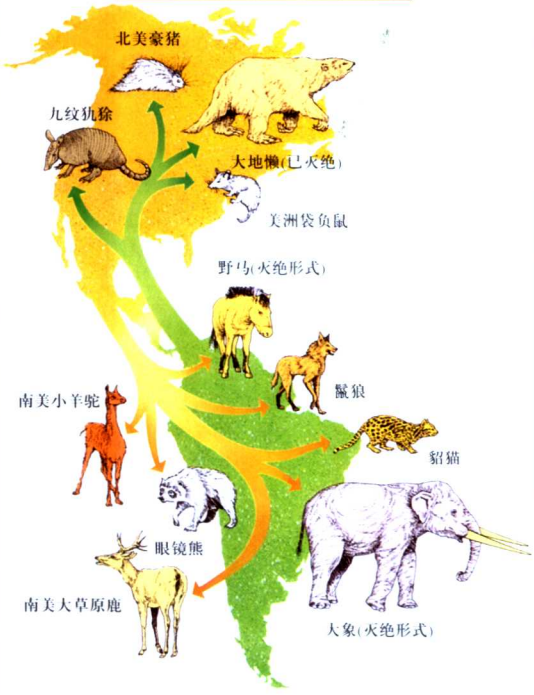
板块是由地壳和地幔上层的固体部分组成的，它们共同称为岩石圈。板块在地幔下层融岩(称为软流圈)上漂移。



融岩从软流圈上升，在海底中部的山脊形成地壳。

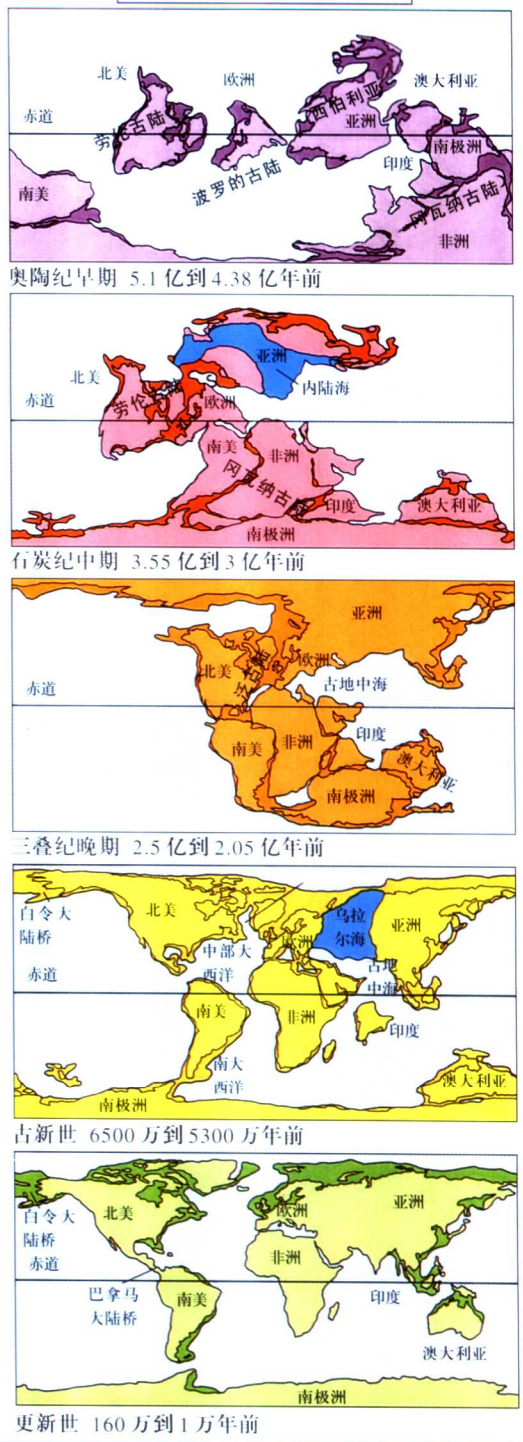
海洋板块在大陆板块下形成，地壳就会受到破坏。

美洲动物的相互迁移



巴拿马地峡是在上新世中期，在与安第斯山脉形成有关的板块运动的作用下，在500万—300万年前形成的。它为南、北美洲动物的相互迁移提供了一条通道，而在此前，南北美洲的动物群相互隔绝大约1.25亿年。这期间主要是北美动物向南迁移，其中有马、鹿、骆驼(包括南美野生羊驼、南美小羊驼)、象、臭鼬、松鼠、兔子等哺乳动物以及熊、浣熊、狗、猫等食肉类哺乳动物，它们成功地迁移到南美洲。但向北迁移的动物却很少，少数迁移的动物有豪猪、犰狳、树懒，当然也包括对达尔文的进化论产生巨大影响的已灭绝的巨型大地懒属动物。

大陆漂移



兰岛与斯堪的纳维亚半岛的分离，它们开始相互隔绝。同时以南北乌拉尔海为界欧洲的动物与亚洲的动物开始分离，产生差异。同样以古地中海为界，欧亚也与非洲分离。然而白令大陆桥(狭长的大陆架)的存在使得北美洲和亚洲的动物在两地相互迁移。渐新世(3400万—2300万年前)后期乌拉尔海消失，这使得欧亚大陆的哺乳动物可以在大陆上迁移。但渐新世的末期海平面上升，淹没了白令大陆桥，两边的动物无法继续迁徙。中新世(2300万—530万年前)期间，欧亚和非洲连在一起，这样使得两地的动物得以相互迁徙，其中猿、象、牛和猪迁徙到欧亚地区。白令大陆桥时而露出水面，时而没入水中，使大象从亚洲进入北美，而北美的马也迁移到了亚洲。

上新世(530万—160万年前)后期，北极冰川期开始，这使得白令大陆桥再度露出水面，因此也使得身材较大的动物进入北美。上新世最后阶段是历时不长的造山期，安第斯山脉和巴拿马地峡就是在此间形成的。巴拿马地峡的形成使得南美和北美又连在一起(而它们第一次连接在一起是在白垩纪)(见方框)。更新世(160万—1万年前)开始时，直立人开始出现在非洲，并从非洲向欧洲和亚洲扩散。更新世的冰川期间，白令大陆桥时隐时现，这使得智人从欧亚大陆穿过白令大陆桥到达北美。

参见

- 地球的年龄 4页
- 什么是生命 6页
- 气候因素 10页
- 进化 12—17页
- 植物 30页
- 植物群 34—41页
- 动物 50页
- 鱼类：进化与分类 70页
- 两栖动物：进化与分类 78页
- 爬行动物：进化与分类 82页
- 哺乳动物的出现 98页

气候因素

所有的动植物都受气候因素的影响。每个物种都有它生长和繁殖所需的最适宜温度和湿度。在这个范围的边界时，它就会对竞争非常敏感，原因是它不生活在最佳的理想环境内，无法在野外最大程度地实现它的潜力，无法与处在最佳生活范围内的物种进行竞争，从而保持这一物种生存所需要的种群量。因此在研究有机体分布时，我们观察到的地理极限可能并不能准确地反映出他们生存所需要的气候极限，而只是它们可以与其他物种进行竞争的范围。

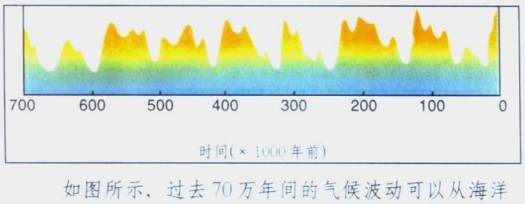
例如，各种棕榈自然生长在南部，离开南部可以生长在远在北方的气候温暖的苏格兰西部的花园里，但如果离开花园，就不会活很久，原因是它们无法与乡土植物进行有效的竞争。棕榈是在热带进化而成的，目前也只分布在热带。

与之相应，有些物种只生活在寒冷的极地。例如，一种体大的潜鸟——白喙潜鸟主要生活在北极圈内，它们在北极圈附近海洋周围的苔原植被里繁殖，冬天则在海边地区过冬。

冰川期的影响

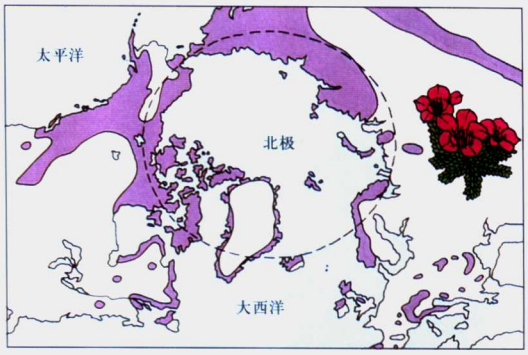
地球表面物种分布格局与它们所需生存气候有关，但显然一些格局更复杂，需要更加复杂的解释。有时可以只考虑过去的气候变化以及气候变化引起的动植物的分布中断，来理解动植物的分布格局。在过去的几百万年间，地球上的气候极不稳定，而多数时间内地球的气温要比现在低(总的来说气温比现在低大约5℃／9 F)。两个冰川期之间称为间冰期，即冰川期与间冰期交替出现，间冰期内气候温暖，而且幸运的是现在的地球就处在间冰期。

我们可以从发现的湖泊和泥炭沉积物中保存下来的花粉中看出气候变化对植被产生的巨大影响，为了准确地绘制出植被分布变化图，科学家已对许多地方进行了调查研究。可以很明显地看出，冰川期内冰的范围迅速扩大，这一点可以从在北美、欧洲和亚洲北部消失的，而仅在南部地区得以生存的北方针叶林和落叶林的分布中得到证明。来自冰川期及间冰期的动物化石要比植物化石少，但显然，动物随气候变化而带来的生活范围的变化与植物极其相似。



如图所示，过去70万年间的气候波动可以从海洋沉淀物中获得的氧同位素的相对比例中看出，高点显示间冰期，低点显示冰川期。

北极—阿尔卑斯分布



许多动植物分布在高寒地带。紫色虎耳草便是其中一例。这一物种在上次冰川期时广泛分布在北半球，但随着1万年前冰川的消退，其分布格局变为间断分布，一些种群北移至苔原地带，而另一些种群散布在南部的高山地带。

巨型动物的灭绝

在这些气候变化(冰川期与间冰期交替出现)期间，许多动植物由于无法适应这些交替出现的变化或无法迅速迁移而灭绝。但有一点令人不解：为什么许多体大的动物(如洞熊、爱尔兰大鹿、沙斯塔地懒等)，这里只举很少的例子，在气候较温暖的全新世(始于1万年前)早期灭绝，而在此前温暖的气候条件下却一直生存着。

这些巨型哺乳动物的偶然灭绝，带给动物学家许多疑问。许多动物地理学家提出当今的温暖的气候与以往的间冰期的区别在于人类的数量在此期间剧增。这些巨型哺乳动物的灭绝可能并不因为无法适应这一时期的气候，而是因为它们竞争不过人类。人类行为可能给动植物分布带来的影响必须要考虑到。

虽然我们现在所看到的物种分布格局只是不断变化的物种分布格局中一个相对稳定的时期。物种分布格局永远不会是绝对地稳定不变的，而是永远变化着的。由于不断变化的气候，物种分布格局可能永远不会达到绝对的稳定不变。

气温和海平面

由于这些气候变化许多物种呈间断分布。如体小的跳虫——一种古老的无翅昆虫，生活在格陵兰岛海边地带、冰岛和斯匹次卑尔根群岛，这种昆虫也生活在捷克斯洛伐克的塔特拉山。很可能这种北极的无脊椎动物在上次冰川期内分布很广，随着气候的变暖而变得呈间断分布。出现这种分布的另一个原因是在目前气候较温暖的时期，海平面在不断上升。上升的原因是温暖气候期内，冰盖不断融化，引起了海平面在过去的1万年间平均上升100米(330英尺)。因此在冰川期及冰川期刚结束时，动物非常容易在陆地之间迁移。

许多植物的分布格局也与跳虫相似，即具有高寒分布的格局——在北极苔原地带和纬度靠南的高山顶端生长。例如紫色虎耳草，与白喙潜鸟一样生长在北极地区，但也生长在欧洲的阿尔卑斯山及南部的其他山脉。

海平面的上升给一些物种的传播造成了严重的障碍，这

也掩盖了这些物种所需的真正的气候条件。例如，欧洲大陆的白鼬生活在除南部以外的所有地区。与此相似的一种哺乳动物鼬广泛生长在除爱尔兰以外的所有欧洲地区。显然在鼬到达欧洲大陆的最西端时，爱尔兰海就早已存在，因此鼬没能越过爱尔兰海。而白鼬可能是在这片海洋没有形成之前就到达了爱尔兰，或是有可能偶然地越过了它，因此白鼬可以生长在爱尔兰，而鼬却不能。

栖息地的改变

有些物种的分布格局很难解释。如蓝翅鹊，它的分布非常特别，生长在西班牙和东亚。简单地用气候因素解释两个种群为何相距如此遥远是不够的。但从气候的历史变化方面去考虑，可以为这一问题的解释提供一个途径。这种鸟喜欢栖息在温暖的气候条件下的草原以及石南地上的山地疏林中。大约1万至8000年前在最后一次冰川期结束时，这种鸟的栖息地遍布中东及南亚的大部分地区。但最近这些地区变得干燥，形成了沙漠，这给蓝翅鹊的分布带来了很大的变化。目前这两个种群相距遥远，并且各自以自己的途径发展进化，因为它们之间已无法杂交繁育。

气候和物种形成

种群分离使得单一物种分化成不同的物种，这种过程叫物种形成。例如，欧洲的斑鹟和颈鹟，这两个物种的外貌极为相似，而且各自的生长区也有重叠之处，但斑鹟的生长区靠北，喜欢栖息在针叶林里，而颈鹟主要分布在欧洲南部和西部，更喜欢栖息在落叶林里。这种种群分离的原因可能与它们的迁徙模式有关。它们冬天都离开欧洲迁徙到位于南部的非洲撒哈拉沙漠；然而，它们各自的迁徙路线却不同，斑鹟向西飞过西班牙和地中海西部到达撒哈拉沙漠，而颈鹟却向东飞过小亚细亚到达撒哈拉沙漠。

从地质变化史上看，这两个迁徙路线可能意味着这两个种群曾一度完全分离，至少在上一次冰川期间是分离的。它们可能相互隔绝了几万年，现在由于气候变化及欧洲森林重新日渐增多，又重新聚集在一起。尽管它们的分布区部分相同，它们的行为模式已变得不同，作为单一物种各自具有与另一物种的不同之处，其中之一就是它们各自保持着自己的迁徙路线。

未　来

研究动植物种群适应气候变化可以为预测它们未来对气候变化的反应提供基础，当然不可否认许多气候变化是人为因素造成的。生物地理学对过去的研究的一个收获是：每一个物种都依据各自的需要及局限性而活动。如果认为每一物种会整个种群协调一致地迁徙，这样的观点是错误的，因为过去没有这样的先例。我们常把某一物种分成不同的群落，这在漫长的地质时间里只是暂时定位。简而言之，如果气候不同，我们就会发现物种间的新的结合——新的群落。

然而对未来气候格局(见224页)的预测还很模糊，因此对动植物可能呈现的格局的描述也只是理论上的推测。世界许多半干旱地区有可能变得更热，更干燥，而最终导致沙漠的广泛分布(见204页)。一些对霜敏感的植物物种，特别是杂草，可能向北蔓延，成为温带地区的有害植物。云杉、桦树和落叶松有可能向美洲、欧洲和西伯利亚地区的苔原地区(见210页)蔓延。而这可能导致苔原植物和一些动物物种的灭绝。但气候变化带来的物种灭绝速度远比不上人类对动植物栖息地的破坏(见228页)，如热带雨林，从而引起的物种灭绝。

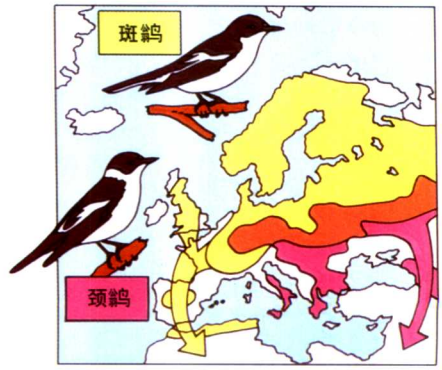
参见

- 地球的年龄 4页
- 星球外貌的变化 8页
- 进化 12—17页
- 生物圈 194—197页
- 气候和植被 198页
- 生态系统 200—221页
- 大气的变化 224页

气候和物种形成

蓝翅鹊(上图)的分布极为特别，它的两个种群的栖息地(一个分布在西班牙，一个分布在东亚)相距约9000公里(5600英里)。很可能在1万至8000年前的上一次冰川期的后期，这种鸟连续分布于现存的两个栖息地之间。然而后来的气候变化使得中间区域不再适应这个物种生存，从而形成两个不能相互杂交的分离的种群，并最终进化为两个独立的物种。

两个有亲缘关系的物种斑鹟和颈鹟(右图)，由同一原种进化而来，生物学家认为可能在几万年前的最后一次冰川期，由于气候变化，两个种群便各自沿自己的路线迁徙，并且相互隔绝，而后来的气候变化又使这两个种群回到它们原来在中欧和东欧的生长区，但长时间的隔绝已经不能使它们之间进行杂交繁殖。



进化：物种起源

科学史上有无数有助于我们理解自我、了解宇宙的重大突破，如哥白尼的日心说、牛顿的运动定律和万有引力定律、爱因斯坦的相对论以及普朗克的量子物理学等，都必须加到达尔文的自然选择理论中。

达尔文的理论与哥白尼的理论也给科学界以外的其他领域带来了巨大的影响，这两个理论具有同等的重要性，因为它们改变了人类对自身及人类在宇宙中的作用的看法。哥白尼降低了基督教宇宙论赋予人的特殊位置，因为他的日心说把太阳而不是地球作为宇宙的中心。达尔文提出了一种机制，即万物以自然选择的方式进化，他认为世间万事万物(包括人)，都不是一种单一的、瞬间创造的结果，因此也向基督教提出了挑战。

什么是进化论

《圣经》对创世纪有着清楚的描述，因此在以后的几百年内，阻碍了其他理论提出的解释万事万物是怎样形成的。然而在18世纪科学家不断地发现了许多早已在地球上灭绝了的动物化石。由此引起了巨大的争论，争论的焦点是：嵌在岩石里的骨骼和贝壳是否是在久远的地质年代时期，当这些岩层还在海底时的真正有机体的残骸，还是它们像矿物质和晶体一样是大自然创造的结果。此外，由于化石常常是早已在地球上灭绝的动植物的化石，又有人提出了另一个疑问：这一“仁慈”的创造者是怎样允许它们灭绝的？

到了19世纪早期，许多博物学家相信化石记载了动物界逐渐的由低级向高级的有系统的发展过程，并且认为化石确实证实了大自然创造论的合理性。但这种解释也存在许多疑问：

18世纪和19世纪早期对灭绝动物化石的发现和研究促使人们对进化的思考。

如既然生物由低级向高级发展，为什么在今天的大自然中，生命形式存在着复杂多样性？为什么大自然中一些低级生物如细菌、海绵、粘菌和叶苔等与更高级的生命形式长期并存着？

早期的进化理论

最早提出有机变化理论的是伊雷斯穆斯·达尔文，即查尔斯·达尔文的祖父。他在18世纪后期提出生物演变学说，认为有机体在与环境变化作斗争时，就有自我完善并发展某一新特征甚至是形成某一新器官的能力。因此伊雷斯穆斯的这一观点常与法国人让·拉马克的“获得性遗传”的观点相联系。

拉马克的理论是在19世纪早期提出来的，他强调在适应新条件时，大自然具有创造能力。他提出了所有有机形式的等级排列方式，他认为这代表了生命从简单的祖先向高级形式的动物发展过程，他相信这种进化的多样性是每个有机体适应生存环境的结果。鉴于每个动物的需要决定了它的器官的发展，他特别强调身体对器官的用废所带来的变化：因此长颈鹿由于习惯啃食乔木而进化了它的长颈。拉马克相信在动物进化过程中的获得性状可以遗传给后代，并代代相传。

灾变论和均变论

拉马克的理论没有引起什么反响，他在默默无闻中死去。可以说，他的这种黯然无名的直接原因是他的强大对手，他的同胞居维叶。居维叶摈弃了演变论和拉马克的动物界等级排列观点。他提出了动物只有的四种类型，即：脊椎类、软体类、关节类和放射类。与其他的科学家不同，居维叶不相信灭绝的化石动物会进化为现代的种或者与现代种有共同祖先。相反，他提出所有的现存的和已灭绝的动物曾一度共同生活在地球上，而一系列的区域性灾变导致了一些动物的灭绝。

居维叶的观点与《圣经》的创世纪不矛盾，因此他的理论在当时相当流行。这种观点也因地质学存在的灾变论而得到进一步强化。地质灾变论者认为，所有的地质变化都是突然间、短期的灾难(如洪水)而造成的。这种观点不仅与《圣经》上提到的洪水相吻合，而且也与厄舍尔主教的理论相一致，他在17世纪根据《圣经》的系谱年代推算出地球是在公元前4004年创造的，也就是说，地球的年龄相对来说并不久远。

灾变论受到苏格兰地质学家赖尔爵士的驳斥。他在19世纪30年代提出均变论，认为所有的地质变化都是一个缓慢的、逐渐的、连续的变化过程，因此岩石及其嵌在岩石里的化石都已有了数百万年，而不是几千年的演变史。赖尔的理论最终被广泛接受。

查尔斯·达尔文

1831年，查尔斯·达尔文(开始学医，后来又希望成为牧师)以博物学家的身份登上了英国皇家海军舰艇比格尔号，开始了5年的研究生涯。在这次航行中，他对动、植物进行了全面精深的研究，不仅使他接受了均变论，而且也形成了他的通过自然选择物种进化的观点。后来，他在一篇论文里阐述了这一观点，但他并没有马上发表这些观点，而是又继续花了2年的时间思考他的观点。直到1858年，他收到了青年博物学家华莱士的一封信。这封信促使达尔文发表了他的观点，因为华莱士的信中包含了他的自然选择理论的精华。

于是达尔文和华莱士合作撰写了论文《论物种变异的趋势和自然选择下种和变种的永久性》，并于1858年7月1日在

伦敦的林奈协会上宣读了这篇论文，但并没有马上在科学界引起反响。然而，1859年11月24日达尔文的《物种起源》一书的出版发行，很快引起了公众的兴趣，出版发行的当天1250册《物种起源》被抢购一空。随之教会开始猛烈攻击达尔文，把他的学说称为异教邪说，说他有意诋毁上帝的伟大创造，这种攻击在第二年(也就是1860年)夏天，在著名的牛津辩论中达到了高潮(见方框)。

自然选择

在《物种起源》一书里，达尔文描述了有机体适应环境并由此实现进化的过程，进化是自然法则的盲目运行，达尔文把这一机制称为自然选择。如果达尔文的学说是正确的，这就意味着结束了进化过程的有目的性和进化过程是神的意志所预先决定的观点。

尽管达尔文的主要成就是积累了大量的证据说明他的理论，但他的理论的杰出之处在于他从已获得的证据中所得出的结论。达尔文注意到每个单一物种里都有大量的变异，每一代繁殖的后代的总数要比生存下来并继续繁殖后代的总数要多(即每一代都有一些因不能适应环境而死亡的)，但这些发现并没有什么新颖之处。

从这些观察中得出的结论却构成了达尔文学说的基石，这一观点就是：由个体之间的竞争和物种的特性变异(一些起因于遗传)而导致的“生存斗争”会影响到物种的生存和繁殖。也就是说，对环境适应性极强的物种比适应性差的物种更容易生存下去并繁殖后代，它们就更容易在种群内保持那些与其他种群不同的遗传特征，就是这些遗传差异决定了这一物种能否生存下去。

以这种方式进行自然选择可以改变种群的特征，并能使这些特征多样化，达尔文把它称之为后裔演变。后来斯宾塞将这一观点称为“适者生存”。这样，一直在不断地提高对环境的适应能力的种群得以生存，而适应性差的物种就会灭绝。

达尔文学说的缺陷

达尔文意识到进化只是一种理论，尽管他最终为自己辩解说，化石记录可证实他的观点正确，但他也意识到，化石并没有证明理论上对物种进化的推测，即没有显示出物种经历的从低级向高级发展的全部过程。相反，化石只显示出一个刚刚起源或完全进化成形的物种。达尔文把这点归结于地质记录的不足。事实上，尽管化石显示的记录不完整，但化石记录与建立在有机体比较研究基础上作出的推测相吻合。

达尔文的自然选择理论的另一个不足是它没有明确指出引起生命多样性及复杂性变化到底需要多长时间。达尔文时代已有大量证据表明用选择繁殖方法驯化物种并产生变异的速度，但显然在达尔文看来，间接的甚至是随机的反复自然选择需要很长的时间才能引起明显的变化。因此1862年当物理学家开尔文勋爵提出太阳——甚至是整个太阳系——存在的时间不超过2400万年时，达尔文的学说几乎被驳倒。但开尔文臆断太阳燃烧一种类似于煤的燃料。我们现在知道，太阳的能量来自核聚变反应，我们也很清楚，太阳系，包括地球，已存在了大约46亿年，而46亿年足够通过自然选择进化成我们现在所有的生命形式。

对达尔文学说提出反对论点的人认为，选择只对已存在的变异产生作用，而不能解释这些变化开始是怎样出现的。此外，和他的同时代的人一样，达尔文认为某一后代所具有的特征是其亲代所具有的特征的融合，因此他提出了融合遗传的观点。1867年当科学家用数学方法证明若以融合模式为基础，难以实现自然选择时，达尔文的学说又出现了一个缺陷。

然而，根据1865年孟德尔提出的法则，我们今天已知遗传确实起作用，但直到1909年，孟德尔的观点才引起了人们的重视。根据孟德尔的遗传学原理，某一特征不论遗传与否，无疑都会产生融合(见22页)。此外当1953年脱氧核糖核酸(DNA)在遗传学上的作用一经确立(见22页)，科学家们就发现当脱氧核糖核酸(DNA)自我复制时，经常出现某些偶然的变化，生物学上把这些变化称为“突变”。突变一般不会给生物体带来什么影响，但有时会给生物体带来危害，有时也会导致有机体获得新的有益的特征，从而使这一物种更具竞争力。现代遗传学自然选择原理(见16—17页)为达尔文的学说提供了有力的证据，遗传学方法也为科学家确立现代物种系谱以及不同物种亲缘关系的程度提供了新的途径(见15页)。

参见

- 地球的年龄 4页
- 什么是生命 6页
- 进化论的证据 14页
- 不断发展的进化 16页
- 生命的分类 18页
- 遗传学 22页

有关进化论的大辩论

英国国教第一次公开与达尔文的学说进行辩论是在1860年6月30日，当英国协会在牛津举行大会时，许多人早已迫不急待地等在门外，准备参加大会。

当时近1000名听众挤进那间狭长的房间(这个房间后来成为老拉特克利夫图书馆的一部分)。一个名叫德雷珀的博士宣读了一篇冗长乏味的论文后，牛津的主教塞缪尔·威尔伯福斯站起来“带着极不公正的、充满恶意的态度侃侃而谈，整整半个小时，内容空洞”，最后问托马斯·赫胥黎，一位达尔文学说的主要支持者，是否“他的祖父或祖母中有一方与猿有亲缘关系。”关于赫胥黎是怎样反驳威尔伯福斯的恶毒攻击存在有几种说法。其中之一是约翰·格林在给他的朋友威廉·道金斯的一封信中，是这样饶有色彩、栩栩如生地描述赫胥赫的回答的：赫胥黎“年轻而富有朝气，沉着冷静，带着讽刺挖苦但又客观科学的口气驳斥道：‘我重申，我坚持这样的观点：没有人有理由因他的祖先是猿而感到羞辱。如果真有一位祖先使我感到耻辱的是那样一位人，这种人自以为是，上窜下跳，自以为自己是学者，但又不满于在自己的领域里的成就(这种成就令人觉得可疑)，跳到他一无所知的科学领域里大喊大叫，指手划脚。结果只会使他自己在无意义的花言巧语中黯然失色，他们混淆视听，把听众的注意力从重大问题上转移到他流利的口才上，转移到离题的枝节问题上，转移到措词熟练的富于吸引力的宗教偏见上’。”

在场的听众都清楚赫胥黎的意图，没人否认他这番话所带来的巨大的反响。有一位女士当场晕倒，被抬了出去。而赫胥黎也因此被称为达尔文学说的忠实捍卫者。

描绘达尔文的讽刺画。选自《伦敦速写集》，1874年。

进化论的证据

促使达尔文(见12页)之前进化论复兴的早已绝灭的动植物化石，为单一生物种群的进化途径提供了大量的证据。尽管化石记录不十分完善，但它支持达尔文将进化视为一个连续演化过程的观点，每一分支代表着以各自独特方式进化的不同种群。

一些最有说服力的进化证据来自研究生物异同的比较解剖学。其有关种群遗传的主要解剖学推测已被化石验证。分子学证据为近年来又一有力的证据。不同种群中蛋白质和核酸(DNA和RNA)的比较进一步补充了解剖学和化石证据。

五种不同动物的前肢表明它们都同样长有五趾的前肢。这种基本相似的结构被称为同源结构，并且，同源结构存在于不同的生物体中，这表明它们是由共同的祖先进化而来的。

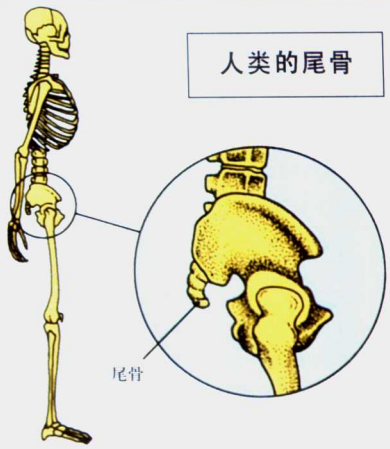
最后，也是真正令达尔文信服的是，有必要解释物种形成和地理隔离二者之间的关系。和其他在生物界可观察到的现象一样，这种现象能够用达尔文进化论做简单的解释，而任何其他解释都过于复杂或矛盾重重。正如一位评论者所述：如果“创造者故意欺骗我们”，创造论才有价值。

同源结构

比较解剖学旨在区分同源(同源结构)和同功(同功结构)的差异。解剖结构相似可能是共同血缘关系的证据，但也可能只是巧合。

了解解剖结构发展是区别同源和同功的基础。例如，五指肢是所有四足脊椎动物的共有结构，因此可以推断，人类、鳄鱼、海豹、狗、蝙蝠等完全不同的前肢是同源结构，因为它们有相同的骨骼轮廓(见插图)。其差异是表面的，不同生物的前肢适应不同的功能。然而许多例子表明，表面相同的结构在无亲缘关系的种群中各自进化成功能相同或相似的器官。实质上，进化过程就是相同问题各自找到相应解决办法的过程，即趋同演化(见16—17页)。例如，鸟类和昆虫的翅膀各自进化，但方式不同，因此是同功结构。

进行这种比较应慎重，结构在一个水平上是同源，但在另一水平上则不是同源。例如，在前肢这一水平上，鸟和蝙蝠的翅是同源(有相同的骨骼轮廓)。但在高级水平上(飞行发展水平)，它们仅仅是同功。如果追溯到很久以前，没有人会怀疑鸟类和哺乳动物有共同的祖先。蝙蝠是不能飞行的陆栖哺乳动物的后代，鸟类则是从爬行动物进化而来的，因此两种群独自获得翅膀，各自获得飞行能力。



人类和猴子具有共同祖先的证据之一是：人类生有尾骨——脊椎底部的骨头。尾骨是尾巴的残余，也是退化（失去功能）组织的一个例子。人类生来就真带有一截尾巴的情况是极少的。

胚胎证据

对不同物种胚胎观察所发现的相似处证实了同源结构间的关系。例如，脊椎动物胚胎在发育可比阶段十分相似。愈早期发育阶段，相似愈明显(见插图)。

德国生物学家欧内斯特·海克尔(1834—1919)对这一过程的观察为达尔文进化论提供了重要的证据。他将观察结果总结为：“个体发育重演系统发育”。个体发育是指一个体生物发育中的一系列事件，而系统发育是指物种进化过程中的一系列事件。这种说法事实上是一种误导，因为一定物种的胚胎阶段

寄生和进化

达尔文对附着甲壳动物寄生现象的分析为进化论提供了更多的证据，同时帮助解决了退化结构的难题(见正文)。达尔文发现，尽管绝大多数附着甲壳动物是雌雄同体、即本身有雄性、雌性生殖器官，但个别种属的微小雄性寄生在雌性身上；还有的种类的矮小雄性寄生在体内。达尔文假设附着甲壳动物和群原为雌雄同体，随后一些种类的雄性进化为独立生存的个体。最后雌雄同体的雄性器官变得多余，因此出现退化。

许多生物和群像附着甲壳动物一样，分寄生和非寄生，包括寄生的细菌、原生生物、甲壳纲动物、脊椎动物和植物。达尔文总结说，寄生本身就是进化证据，很难想像如果不是靠适应性变化，即进化，寄生现象如何产生。

(非成熟阶段)才和另一物种的胚胎阶段相似，一只小鸡的胚胎永远不会和一条鱼相似。两个物种关系越密切，其胚胎相似的阶段就越长。

退化结构

许多动物都有功能退化的结构。和其他亲缘动物的结构相比已退化的结构称为退化结构，如鲸的骨盆骨(见插图，142)，某些蛇身长三分之二处的一对“小抓”(表明蛇的祖先可能和其他爬行动物一样有后肢)，大型类人猿的隐“尾”等(智人的尾骨；见插图)。

没有进化论，就无法解释这些退化结构。进化论和比较解剖学表明退化结构和其他动物的相似结构是同源。进化论假定退化结构的拥有者和同源结构仍有功能的动物有共同的祖先；假定退化结构失去部分或全部功能是因为它不再有用处。鲸不再用后肢支撑部分重量，因此后肢进化为桨状结构(鲸尾片)，也不需要骨盆骨。同样，蛇已有其捕食方法，同行走相比，爬行则是更为隐蔽的方法。修长身型使其能迅速捕获猎物。

地理隔离

如果没有进化论，就很难解释间断分布这一自然界现象。间断分布是指相似，但不相同的动、植物在不同地域的分布。进化论旨在解释物种如何产生。它假定不同物种从共同祖先分化出来，种群不断隔离、漂移，而不能与其他种群杂交。

隔离所引起的趋异过程在大型猫科动物中表现最为明显。各大陆的大型猫科动物差异很大，例如亚洲的老虎、非洲的狮子、南美的美洲豹。它们有许多相似之处，因而划分到同一属——豹属，表明它们有共同的祖先。但如何解释它们之间的差异?进化论将其解释为：大型猫科动物共同祖先生活的时代，大陆是一个整体，还没有分隔。大陆开始漂移后，猫科动物祖先的各种群被分离，隔离的种群独自进化。气候变化也能引起种群隔离，如斑纹颈圈鹞(见 11 页)。

趋异最明显的例子是在隔离的群岛中，如加拉帕戈斯群岛。这些群岛原为火山，在 400 万—500 万年前形成，从未与大陆有联系，因此每座岛屿都有各自独特的物种群集。例如，在拉加帕戈斯群岛就有 13 种达尔文雀科鸣鸟，其北部相距几百公里远的科科斯岛还有一种鸣鸟。除此之外，一些特殊的鸣禽，许多特有动物(如昆虫、蜥蜴和乌龟)和植物等在群岛上进化为隔类种。这种方式也是其他岛屿种群进化的一个特点，如夏威夷(见插图，16 页，214 页)和塞舌尔群岛。达尔文就这一既有差异又有亲缘关系的物种种群做了解释，即南美鸣禽和雀科鸣鸟的祖先由于某种原因到达这些群岛之后，它们各自独立地进化(这一过程称为适应辐射；见 16 - 17 页)。另外一种解释是假设创造者为世界各地以不同方式造物，而没有明显的目的。

参见

- 什么是生命 6 页
- 进化：物种起源 12 页
- 不断发展的进化 16 页
- 生命的分类 18 页

化石记录始终支持自然选择的进化理论。图为工作人员正在犹他州国家恐龙遗址出土恐龙骨骼化石。

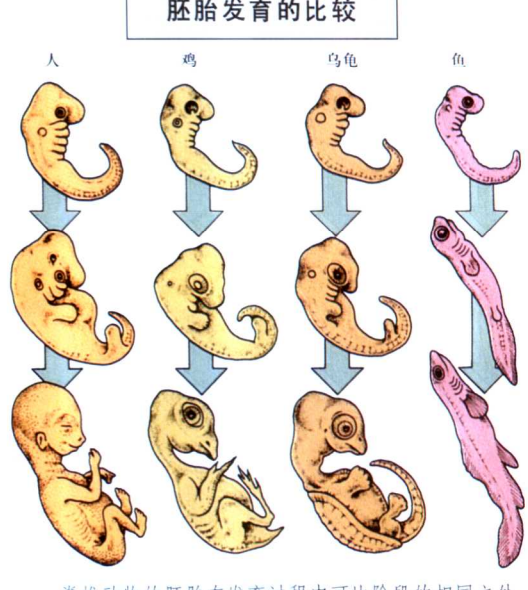
分子记录

达尔文以来进化生物学的最大突破是发现DNA结构及其在遗传学上的作用(见 22 页)。人们将 DNA 视为蛋白质生产的基础，很明显，每个生物都把自己的历史以密码的形式记录在 DNA 和组成蛋白质的氨基酸中。

然而分子记录不是轻而易举就能得到。直到70年代才出现分析蛋白质中氨基酸排列的技术。它显示出黑猩猩和人类在三种蛋白质中有相同的氨基酸排列。要进行更复杂的比较，有必要寻找出广泛分布在各种群中的蛋白质。蛋白质的氨分结构不应与蛋白质功能有关，原因在于在这些结构中的氨基酸存活突变是中性的，既无害处，也无益处(见 16 页)。

中性突变是随机的，有可能按一定速度逐步积累起来。可以推测说，比较两个生物种群时，蛋白质中氨基酸排列的不同数目反映了两种群异化的时间。将不同的数目和化石记录联系起来可制造一个进化“分子钟”，一普通蛋白质每百万年变化一个氨基酸位点。

随着 80 年代 RNA 和 DNA 排列方法研究的迅速发展，蛋白质排列是可以推测的。这一新技术带来了大量的数据。总而言之，分子学和形态学(解剖特点)揭示了地球上生命历史发展的相似形式。



脊椎动物的胚胎在发育过程中可比阶段的相同之处，为进化论提供了相当重要的证据(见正文)。于是，鱼类、两栖动物(图中没有)、爬行动物、鸟类和哺乳动物都是从相近数量的腮弓(头下面的褶)和相似的脊椎骨开始发育的。然而，随着胚胎的发育，它们之间的相似之处会减少，而各物种会变得越来越不一样。

不断发展的进化

遗传学这门新学科强调了达尔文进化论的基本理论，同时发展了进化论。在确定遗传突变如何起作用时，遗传学证明了自然选择作用下新特征的产生是由于遗失的密码所起的作用。同时，遗传学还提出了自然选择作用于基因，而非作用于个体的概念，提出了基因利用生物体进行繁殖，而不是其他途径的观点。

遗传学还表明，不是所有的变化都源于自然选择，有些特点完全是任意的，既无害处，也无益处。这一点明确了进化是没有目的的这一基本事实。尽管自然选择似乎使一些生物完全适应周围的环境，但它无法获得“完美”的终极。尽管任意突变继续发生，但是自然选择使一物种适应的环境不能保持永久稳定。

白桦尺蛾

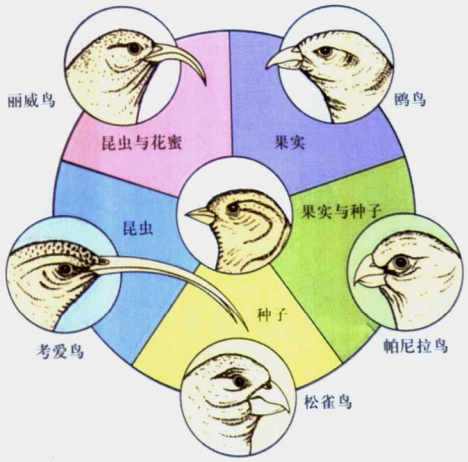
白桦尺蛾的浅色形态，落在未被污染的树干上，伪装极为巧妙。

达尔文本人没有在自然界中发现自然选择的例子。在他之后人们却观察到了进化论在起作用的一个案例——白桦尺蛾。

白桦尺蛾有浅色形态和突变的深色形态两种形态。工业革命之前，(从个人昆虫收藏判断)浅色尺蛾是最普遍的形态，深色形态还未出现。工业革命之后的二百年间，由于城市附近煤烟增加，尺蛾栖息的树干颜色变深。这些地区深色形态尺蛾的数量因此急剧增加，浅色形态在未有污染的农村仍占优势。许多科学家做了“做记号重新捕获”的试验后指出，深色形态在多煤烟地区不易被鸟类发现和吃掉，而在无污染地区则惨遭捕杀。1956年“无污染空气法案”(和由此引起的烟污染减少)使深色形态的数量急剧减少。

此后，观察了许多自然选择案例，这些例子主要出现在世代更替率高的生物中，如抗DDT蚊子的各种形态的进化，抗抗菌素的各种细菌的进化。

夏威夷美色食虫鸣鸟



一组同宗生物演变成许多不同的物种，因为它们生存在不同的生存环境（有适应性地向四面蔓延）。夏威夷美色食虫鸣鸟的构成便是一个极好的例子。有人认为，美色食虫鸣鸟的祖先可能是一种形如燕雀的鸟，这种鸟在几百万年前栖息于当时刚刚形成的火山岛上。由于有广阔合适的生态环境的空间可生存，这种鸟迅速演变形成不同的种类，每种鸟的嘴都有其特有的形状，以适应捕食需要。然而，当外来物种被引进到这一岛上时，岛上的鸟却无力与之竞争，并且这种高度分化物种也特别容易受人类对其栖息地生态平衡干扰的影响，夏威夷美色食虫鸣鸟脆弱，难以适应这种变化，许多现在已灭绝，其中包括松雀鸟，可能还包括鸣鸟。

突变、基因库和遗传漂变

尽管环境影响能在一定程度上修正行为，但基因(DNA的一部分；见22页)或基因群严格规定了生物的自然特征，也同样规定了行为特征。在有性繁殖过程中，DNA自我复制。复制过程中也会出现随机误差，即突变。大多数突变在后裔中观察不到明显的差异。有些情况下突变将导致产生新的有害特征，而其他情况下则产生有益特征。自然选择将淘汰具有不利特征的个体，保留具有有益特征的个体。

在遗传水平上，可将动或植物的杂交种群视为一个“基因库”，即不同基因互相竞争赖以生存的环境。生存和繁殖都优于其他的基因会保持下去，在基因库里频率高(即常见)；而两方面皆不及其他的则越来越少。由于基因库的组成随时间的推移发生变化，所以物种个体的特征也不断发生变化。

多数突变实际上是中性的，既无害，也无益。有性繁殖(见23页)过程中亲本基因随机移动，有可能碰巧将中性突变传给下一代，这一过程叫遗传漂变。遗传漂变有可能和自然选择一样，在进化中起重要作用，但目前还没有办法确定这一点。

遗传漂变帮助解释了一些没有明确适应倾向的特征，例如，印度和非洲犀牛牛角数目的不同。角在防御中作用很重要，但数目多少无关紧要。

物种形成

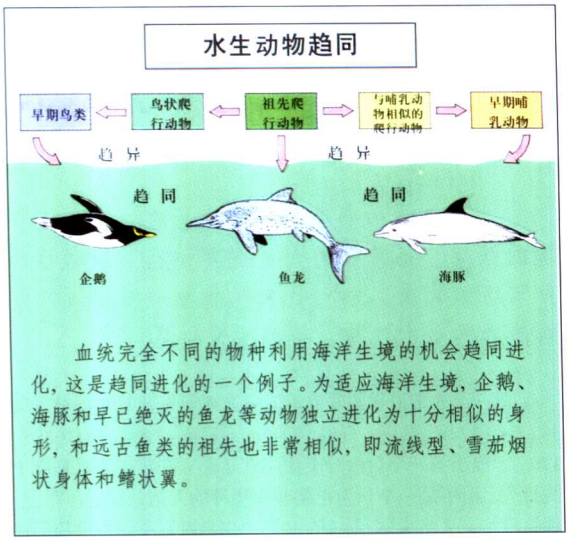
遗传漂变为种群隔离时发生的分异，即为什么产生新物种提供了答案。然而，在多数情况下地理隔离会给隔离种群提供独自适应的环境。这些地理隔离是通过大陆漂移(见8页)、气候变化(见10页)或意外搁浅在岛屿上等产生的。新环境是挑战(如恶劣或充满竞争的环境)，也可能是机遇(如有许多空的生态

位的新占居的栖息地)。如果物种完全适应新环境，那么“挑战”和“机遇”没有实质区别。

自然选择和遗传漂变作用于隔绝种群的过程导致种群渐趋异进化。结果是不同种群基因库的基因频率将趋于不同，即使隔绝不复存在，种群之间也不能成功杂交，从而形成两个不同的物种。

例如，围绕北极有一个海鸥“分布环”，相邻的种和亚种之间可以杂交，但是当这个分布环在西北欧汇合后，两端的代表种银欧和黑背鸥成为明显不同的种，尽管发现它们也生活在同一区域，但彼此却不能杂交。

这样的地理复叠使动物利用信号传递物种间区别显得非常重要。不同种的两个个体交配后不生产后代或是其后代不育(马和驴交配而生产的骡子就是不育后代的例子)。生物个体不仅在求偶仪式方面花费很大精力(甚至生育和抚养后代)，而且是个体基因的完全终端。物种发展不同特征的目的是保证同种能彼此辨别，便于交配。称为隔离机制的这些差异在某些情形下源于中性突变。当物种不再隔绝时，自然选择会使其差异逐步增大。



血统完全不同的物种利用海洋生境的机会趋同进化，这是趋同进化的一个例子。为适应海洋生境，企鹅、海豚和早已绝灭的鱼龙等动物独立进化为十分相似的身形，和远古鱼类的祖先也非常相似，即流线型、雪茄烟状身体和鳍状翼。

自私基因

表面上我们可以假设，自然选择，即“适者生存”是完全有利于生物个体的自我保护。但是物种的许多特征(自然特征和行为特征)很难在此基础上得到解释。如果认为自然选择有利于单个基因的自我保护，那么许多事情就会变得很清楚。

个体间的竞争不仅仅是为了资源(如食物、领地等)，也是为了配偶。达尔文将这一“性选择”过程视为与自然选择平行的进化力量(见性二态性，159 页)。从个体基因角度看，性选择亦为自然选择。在许多物种中，如鹿，雄性相互间全力争斗以赢得更多的配偶。在雌性掌握选择权的物种中，雄性用于求偶炫耀的附器生长十分突出，雄性孔雀华美的羽毛是一个典型的例子。雄性要在炫耀中击败对方，就必须使其附器生长突出，同时意味着它本身将成为捕猎者的明显目标。从自私基因角度看，不好争斗的鹿或无尾羽的孔雀都不是好物种。尽管比其他雄性存活更久，但是它们却永远没有机会与其他成员交配，因此不好争斗或无尾羽基因会逐渐失去。不管个体付出什么代价，有利于自身繁殖的基因才能存活。

另一个长期困扰动物学家的问题是动物世界中明显的利他现象，如兔子逃脱捕获者时突出的尾部摇曳(利他行为，149 页)。在这种情况下，利他个体和它所作用的同群中的其他个体关系十分密切，它们很可能有相同的基因。这一过程叫“同类选择”。因此，如果基因对相同基因的其他个体大方无私，那么它就有更多的生存机会。

人们还观察了许多无亲缘关系个体的利他行为，如吸血蝠和邻居分享食物。这种互惠行为事实上不是真正的利他行为，因为帮助其他个体，旨在这一好意将来得到回报。基因利益和个体利益相吻合。互惠行为在群居动物，特别是人类中，很普遍。可以说“己所欲，方施于人”是进化的需要，也是一道德准则。

不同的进化论理论

自然界通过适应不断变化的环境为进化论提供了许多不同的理论。

趋同进化

趋同进化指不同的生物对相似的问题找出相同的答案，尽管由不同的祖先进化而来。这些答案通常为结构的修正，即同功结构，如昆虫、鸟和蝙蝠的翅各自独立进化而形成翅(见 14 页)；行为和相貌极为相似，但不同目的雨燕和蜂雨燕；不同的爬行动物、鸟类和哺乳动物为适应环境重新回到海洋中(见插图)。

平行进化

平行进化与趋同进化有一些相似之处，在相似、但地理隔绝的生态系统中无亲缘关系的动、植物以相同的方式适应并填补生态位。澳大利亚于4,500万年前与其他大陆隔绝，但有袋目动物进化后和其他地区胎盘哺乳动物形成相同，因而出现了袋鼹、袋鼠和袋狼等。

适应辐射

适应辐射是物种进化趋异过程的加速变化过程，通常在以下两种情况下出现。第一种为出现非常成功的突变或系列突变，带来优于现存形式的新形式，迅速取代一系列生态位。有花植物优于松柏植物及其同类(见 39—41 页)即是一例，这使其迅速在植物界中占据重要的地位，且种类繁多。第二种为有一系列空缺生态位的新栖息地的出现。著名的例子有出现相对较晚的火山群岛(如加拉帕戈斯群岛和夏威夷群岛)上的生物群落。那里的鸟类如达尔文鸣鸟(见 15 页)和美色食虫鸟(见插图)以及麻逊菊(见照片，214 页)都是由共同祖先进化出一系列不同类型的物种的例子。

协同进化

协同进化指两种或多种物种在不断相互适应中进化的过程，在许多相互间关系中可以观察到。最明显的例子是寄生现象(见 168 页)和共生现象。其他例子如食肉动物和猎物间的“军备竞赛”；食肉动物和猎物的伪装、欺骗手段等(见 164 页)。花和为其传粉的动物，特别是昆虫的进化为协同进化提供了大量的例子。

参见
· 早球外貌的变化 8 页
· 气候因素 10 页
· 进化 12—15 页
· 遗传学 22 页
· 动物行为 148—171 页
· 岛屿 214 页

生命的分类

生物分类的研究或分类学旨在提供一个合理的框架，将掌握的大量现存和已灭绝动物的知识组织起来。当今，比较生物学试图通过探索自然界的基本规律，理解生命世界。

第一个非常可靠的分类系统应追溯到亚里士多德(公元前382—前322)。但是，直到17世纪，英国人约翰·雷(1628—1705)才提出第一个自然分类法，它是建立在假设关系基础上的排列，而不是一个只为正确鉴别物种的人造系统。18世纪，瑞典自然主义者卡尔·林奈(1807—1878)根据不同物种相似性创立了一个合理的分类系统。林奈发展了分类学一个复杂的隶属系统，该系统将每一个生物划归到一个组，而该组本身隶属于一个较大的组。

林奈分类系统

林奈分类系统的基本特征采用了双名法。生物名称由两部分(双名)组成(如虎属、狮子)。第二部分确定个体物种名称，第一部分将其划归特定的属，每个属包括所有相似特征的物种。例如，林氏将与猫相似的动物划到虎属，即狮、虎、豹等等。将隶属的各物种归入一属之后，将相关属划归高一级的分类，即科，以此类推，相似科归为目，相似目归为门，最后归为界。在这一等级系统中，后继级比前一级包含更多生物，但是生物的共同特征越来越少。

林氏属、科二级几乎为自然分类，但其高级级系均为人为的，用来处理大量新发现的生物。林奈用最高分类级——界，将植物和动物划分开。现在看来，这种简单的划分站不住脚。有些种群(如细菌、原生生物和真菌)既不属于动物，也不属于植物，现已分别划归各自界中。双名分类系统至今一直没有改变，每一个新发现的生物都有拉丁语或拉丁语化的双名。

林奈分类系统的另一个问题是它本身过分简单，不能反映达尔文进化论(见12—17页)所含分类的复杂性。人们认为地球上的生物都是由修正遗传这样一个独特的历史过程产生的，所有生物归入各类群内得到公认的各类群格局。尽管还将使用科、目、纲等名称，但随着进一步阐明、分析生命方式，需要引用其他的级系。例如，右侧图表所示的现存生物分类至少有24个分枝点或门，每一分枝应划分到一个独立的分系等级系统中，其中有12个比纲包含更多生物的高级级系。

现代分类系统

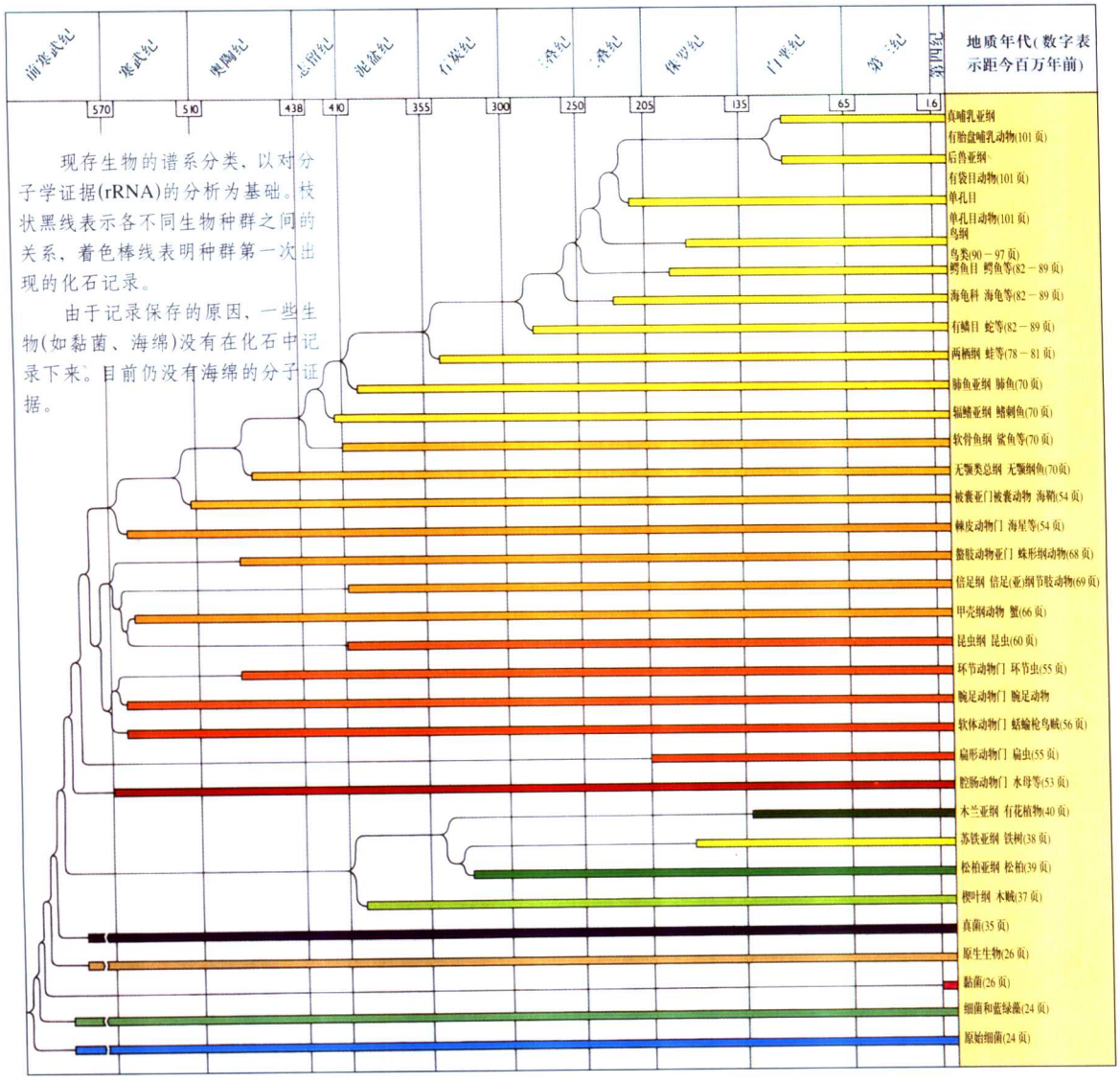
分类学家意识到现存生物中存在有自然规律，因此使最初的人为分类系统发生了变化。达尔文于1859年(见12页)为这一自然规律提供了理论背景。现代分类学家利用以下系统尽可能实现自然的分类。

表征型分类法将大量生物信息收集起来，最大限度地将其按相似性划归到同一类群中，不考虑种群进化关系，给予所有特征同样的权重。这种办法经得起数值分析(数值分类学)，对大种群简单生物(如细菌)的分类很有用途。

传统(或种系发生)分类法为大多数规范分类法提供了基础，这一系统建立在假设的进化关系基础上。和表征型分类法有一共同之处，即大量收集生物信息。按共同特征将生物划分到各类群，这些特征还要反映它们有共同祖先。

人的分类

等级	名称	成员	区分特性
界	动物	除植物和菌类之外的一切多细胞生物体	神经系统
门	脊索门动物	文昌鱼，海鞘，所有脊椎动物	脊索（中枢神经干）
亚门	脊椎动物	所有脊椎动物，也就是鱼类、两栖动物、爬行动物、鸟类、哺乳动物	脊柱（保护脊索）
总部	有颌类	除七鳃鳗和蒲氏粘盲鳗之外的一切脊椎动物	颌
部	硬骨鱼纲	除七鳃鳗、蒲氏粘盲鳗和软骨鱼之外一切脊椎动物	骨骼主要结构是骨（不是软骨）
总纲	四足动物纲	除鱼类之外的一切脊椎动物	四肢，前肢有五指（趾）（即5个指）
纲	哺乳动物纲	所有哺乳动物	乳腺、汗腺及毛发
亚纲	真兽亚纲	除单孔目动物及有孔目动物之外的一切哺乳动物	胎盘
目	灵长目	狐猴、懒猴、泼图懒猴、眼镜猴、狨猴，类人猿	有敏感的肉指、指甲的手指
总科	类人猿总科	类人猿（长臂猿、猩猩、大猩猩，黑猩猩，人）	无尾，胸宽，肩胛骨在后背而非两侧
科	人科	大猩猩，黑猩猩，人	直立行走，平面脸，脑大，相似的血浆蛋白
亚科	人亚科	黑猩猩，人	类似的大脑形状，解剖结构和蛋白质结构；使用工具和武器
属	人属	能人，直立人（此两者已绝迹），智人	惟一的双足动物（两足行走），用手劳动
种	人	尼安德特人（已绝迹），现代人	双曲的脊柱
亚种	人	现代人	发育完好的颏



分支进化学通常被看做是最准确、最自然的分类方法，为大多数进步分类学家所采用。惟一的类群为进化支，每支由个体的共同特征所决定，而这些特征是其他类群不具备的。这些种群可以用一个分支图或进化分支图(如图所示)反映出来。分支图显示了特定生物如何归类；显示了不同进化支如何在类群中形成类群的等级分布。进化论术语称其为单源类群，它包括从同一祖先进化而来的物种，包括所有个体最近的祖先。因此可将进化分支图视为进化树。然而进化支学可能考虑也可能不考虑所涉及生物的进化历史。

划分生物的证据大部分来源于形态学，即源于对结构特征(如骨骼、牙齿)的研究。生理学证据也被采用，但很有限。胚胎学证据十分重要，因为胚胎发展阶段能反映使物种达到目前形式的进化过程(见14－15页)。近年来，分子学证据已被证明对解决种系关系中难度较大问题有至关重要的意义。科学家利用新技术比较不同生物的DNA、RNA和蛋白质，帮助确定它们之间的关系度，为比较地球上生命的不同形态提供了一个更加广泛、全新的方法。

参见

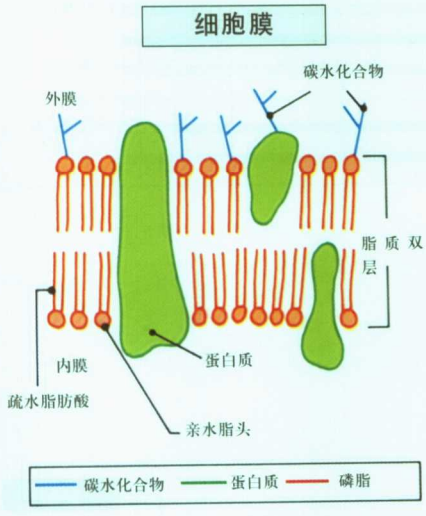
- 细菌 24页
- 原生生物 26页
- 植物 30页
- 真菌 35页
- 有花植物 45页
- 节肢动物 58页
- 昆虫 60页
- 鱼类 70页
- 两栖动物 78页
- 爬行动物 82页
- 鸟类 90页
- 哺乳动物 98页

细胞：生命的基本单位

细胞是所有生物的基本生命单位，单个细胞是生物具有独立功能的最小的组成部分。成年人体内约有10^{13}—10^{14}个细胞，每个细胞实际上是该生物形成和发展的遗传蓝图。细胞大小不一，有些细菌的细胞仅为0.003毫米，而鸵鸟卵(雌性细胞或卵细胞)平均为15—20厘米(6—8英寸)。

许多生物(如细菌，见24页；原生生物，见26页)为单细胞生物，即单个生物体由一个细胞组成。所有高等动物和植物是多细胞生物，即含有大量细胞。多细胞生物的各种细胞功能各不相同，如动物有神经细胞、血细胞和肌细胞等等(见186页)。细胞寿命也有长有短，短则几天(如肌细胞)，长则和生物体寿命相同。

在分子水平上，细胞由四种有机分子——核酸(DNA和RNA)、蛋白质、碳水化合物(含糖)和脂质(见6页)构成。这些分子于45亿年前形成，35亿年前上述分子进化为最初的单细胞(见6页)。细胞周围是细胞膜；植物细胞还有一外层细胞壁，细胞壁主要由纤维素组成。细胞膜在细胞内起着重要的结构和生化作用(见下文)。



细胞膜的剖面图：细胞膜是由两层磷脂构成的极其活跃的结构，按疏水基“尾”朝内，亲水基“头”朝外排列。蛋白质分子插入脂质层中，其中一些分子在内脂层或外脂层，而另外一些分子则在整个膜内来回移动。这些分子流动性强，可在膜内移动。碳水化合物分子附着在膜的外表，参与分子识别。整个结构叫单位膜，其基本形式对于生物体所有的膜来讲，非常有代表性。

真核细胞细胞器

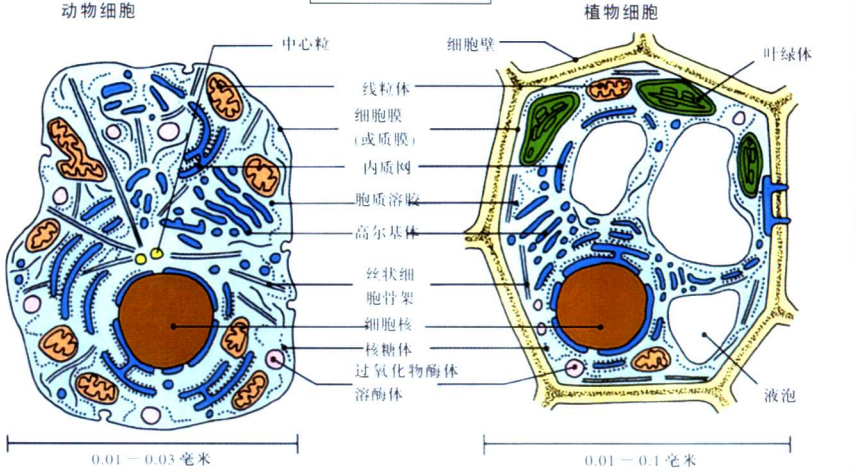
结构	主要功能和特点
胞质溶胶	细胞器间的液体，含离子、溶解分子和酶；是蛋白质合成和糖酵解的场所。
细胞核	储存细胞遗传信息；形成m-RNA,t-RNA,r-RNA；控制细胞繁殖和分化。
线粒体	有部分复制功能的基因；在三羧酸循环中产生含有能量的NADH分子和ATP分子；分解脂肪酸。
质体	有部分复制功能的基因；质体形成(a)植物中的叶绿体，内有光合作用所需的叶绿素，是作为蛋白质合成第一阶段的硝酸盐转化成氨的场所(见31—33页)，(b)储存淀粉、蛋白质和油的白色体，(c)内含色素的有色体(黄色、红色和橙色胡萝卜素。)
内质网	细胞内运输系统；负责脂质和多糖的合成；附着核糖体使蛋白质排出；在植物中形成和储存液泡(见下文)。
高尔基体	与分泌过程有关，控制从内质网获得物质，将酶运送到溶酶体(见下文)。
溶酶体	含有酸性水解酶，控制分子、细菌、红细胞和线粒体等失去功能的细胞器的消化。
微体	包含抗氧中毒的过氧物酶体；在种子发芽过程中分解脂肪酸的乙酸体。
液泡	控制部分动物细胞和全部植物细胞中的渗透压和水压；和植物细胞中的溶酶体作用相同。
中心粒	动物细胞中自我复制细胞器，植物中较为罕见；是细胞骨架产生的焦点。

原核细胞和真核细胞

细胞膜进化和发展方式促使细胞两种基本形式的形成，即原核细胞和真核细胞。原核细胞包括所有细菌(见24页)，是最原始的细胞形态，外层细胞膜内有发展不完全的膜系统。膜内的物质叫原生质。原核细胞的脱氧核糖核酸(DNA)在拟核中。拟核与真核细胞中的细胞核(见下文)不同，它周围没有核膜，除DNA处于特定区域以外，其余皆处于游离状态。此外，原核细胞没有细胞器(见下文)，细胞膜中的核糖体、间体、部分细胞膜的光合作用系统等与细胞器作用相同。这两种细胞的差别还在于细胞分裂和复制(见24页)。

真核细胞的进化迟于原核细胞，可能是原核细胞聚变成共生关系的结果(见7页)。真核细胞比原核细胞大(平均比原核细胞大0.1毫米左右，有些大1毫米左右)。它以单细胞(原生生物，见26页)、细胞群(如海绵，见52页)或多细胞生物(植物和动物)等形式存在。增大细胞及形成复杂集群和生物的能力主要由以下4个特点来决定：

首先，真核细胞中的原生质分为细胞核和细胞质。细胞核周围是核膜，核内是遗传物质——染色体。其次，真核细胞中有膜界细胞器。细胞器功能独特，能在大范围内进行新陈代谢过程(见表格和插图)。线粒体、叶绿体和中心粒等细胞器能够自我复制，它们有自己的DNA和RNA。但是其DNA只代表细胞器自我复制所需基因的一部分，另一部仍在细胞核中。第三，真核细胞周围和核边缘有细胞骨架，骨架长有许多长长的微管和纤丝。细胞骨架有许多功能，如形成细胞形状，为细胞器和运输囊在细胞质中移动提供一单项系统，这对细胞分裂(有丝分裂和减数分裂)时染色体的运动尤为重要。细胞骨架与动物细胞运动也有关系，骨架部分成分形成动物肌肉收缩和原生生物纤毛、鞭毛运动的机制基础。最后，真核生物实现了受精卵作用下真正的有性繁殖过程(见22—23页，184—187页)。



图中一般化了的动物细胞和植物细胞的细小部分显示了两种基本的真核生物细胞间结构上的众多相似之处。蓝色部分为内膜系统成份（即主要成份与膜相连但与外细胞膜分离），包括核被膜、内质网、高尔基体和运输小泡与分泌小泡。

膜和细胞间质

所有活细胞的膜在动态分子结构基础上有相似的构型。脂质的相互作用形成了膜的基本结构，蛋白质分子伸入其中，碳水化合物分子粘附其上(见插图)。基本的膜构造不仅生成将细胞内部与外界隔开的质膜，并为真核细胞中的细胞器提供了各类隔离膜。每个细胞器都由膜包围，细胞核外的核膜同复杂的膜网——内质网相连。内质网与高尔基体相连形成了细胞核和质膜间内在相联的膜系统。线粒体和叶绿体等两种细胞器有一外膜将它们与胞质溶胶分开，所有的细胞器皆是浮在胞质溶胶中，而细胞器内膜形成附加间质。膜在细胞内为化学反应的发生提供了一个较大的表面，并在将细胞膜的各种活动分开以避免它们相互影响的同时，允许专一运输系统进入、穿过或运出细胞。

这些运输系统通过胞吞作用将助消化的养分或诸如处理胆固醇的过程中所需的化学物质等细胞物质送入细胞，通过胞吐作用将细胞中的多糖(长链碳水化合物)排出，形成植物细胞壁和粘多糖以保护肠内壁衬层。要触发这些系统，膜需从外部接收信号，蛋白质和碳水化合物作为特殊的受体完成接收。植物细胞周围虽有细胞壁，但分子能穿过胞壁到达质膜。植物细胞和动物细胞都能对信号做出反应。从激素和抗体等物质接收信号时，膜受刺激能内吞或外分泌，或者触发细胞内分化或减丝分裂等生化或生理反应。

能量产生

植物和一些细菌从阳光获得的能量通过光合作用(见31—33页)转化成细胞可利用的化学能。高能量分子——葡萄糖(单糖)以淀粉形式储存在植物中，或以蔗糖形式进行传送，或以糖原形式储存在动物中。单个葡萄糖分子含能量686千卡(2900万焦耳)。细胞需将它转化成可利用形式，如ATP(三磷酸腺苷)分子或NADH(烟酰胺腺嘌呤二核苷酸)分子，防止能量全部以热释放。为此采用多步系统，它的两种主要代谢途径为(糖原)酵解和克雷布斯循环(亦称三羧酸循环)。它们有一系列极为复杂的化学反应，引起糖分子、脂质、蛋白体和核酸的合成。尽管酵解在厌氧条件(即无氧气)下发生，TCA循环只在好氧条件(即有氧气)下出现，进而形成细胞呼吸的基础。

约50%的葡萄糖能量转化剂ATP中，这相当于汽油发动机15%—20%的效率。植物细胞将NADH直接转化成热量。例如点纹疆南星的开花部分可产生39℃(102.2 F)高温，产生的有气味分子吸引昆虫前来传粉。其他植物利用热量克服根外低温。

细胞分化

多细胞生物的受精卵迅速分裂形成胚胎(见186页)。分化初始阶段可以分离细胞，每个细胞都能诱发形成新的单个生物体，这是全能细胞。随后细胞开始变化，形成多细胞生物中一种专一细胞(特化细胞)。细胞特化或分化后，其过程是不可逆的。极个别的哺乳动物细胞能在环境刺激下做出反应，发生变化。此外，动物有一永久种系胞系，即产生卵子和精子的细胞，它们在胚胎发育中早已形成。

相反，有花植物没有连续的永久种系胞系，而由通常产生叶的营养枝尖端从环境中接收光、寒冷等信号，使其开花。卵子和精子细胞是在花中形成的(见40页)。植物细胞比多数动物细胞更有弹性，原因是维管组织(见31—33)的木质部和韧皮部细胞能实现不可逆分化。许多其他类型的植物细胞能够再分化，进而叶肉细胞能转化为木质部成分。更为重要的是许多植物细胞仍是全能的，每个细胞都能发育成整个植物。这是植物体繁殖的基础。因此能通过基因转移改变植物的遗传构成，进而产生不同的花色和抗病、抗除莠剂植物。这意味着可能大量地生成整体植物—克隆植物(即遗传学上的完全相同)。生成速度是正常培植方法的四倍。用这种新的生物工程方法可以栽培无病毒植物。

参见
· 什么是生命 6页
· 进化 12—17页
· 遗传学 22页
· 细菌与病毒 24页
· 原生生物 26页
· 植物的功能 31—33页
· 动物生理学 178—191页

生命的蓝图：遗传学

尽管遗传理论在公元前5世纪和公元前4世纪时已经提出，但直到18世纪和19世纪遗传学(遗传的科学研究)才真正开始。许多观察表明，动、植物独有的特征是祖裔相传的，为农作物和家畜的改良提供了合理的基础。

遗传学最有意义的突破是由奥地利修道士格雷戈尔·孟德尔(1822—1884)实现的。他观察豌豆的独特特征，掌握了每个特征在几代中出现的个体数目。他重点观察几个特征，确定每一代获得该特征的比例，揭示了独特的遗传格局。遗传特征的个别性和独自分离即是孟德尔遗传定律，已为大部分遗传系统所采用(见方框)。

脱氧核糖核酸

20世纪初，人们清楚地知道生物通过对明显独立特点的重新分类和分布，来保留它的特征，但是什么物质带有信息还不清楚。为如此大量的信息设密码，需要高变异性分子，蛋白质被视为最佳候选者。然而，1944年美国微生物学家奥斯瓦尔德·艾弗里(1877—1955)指出细胞外的脱氧核糖核酸(DNA)可以改变细菌的遗传特征。

要了解如何把遗传信息编码需要确定DNA的结构。1953年美国人詹姆斯·沃森(1928—)和英国人弗朗西斯·克里克(1916—)指出DNA是一双螺旋型大分子(见方框)。遗传密码隐匿在分子中间成对的核苷酸碱基中。碱基的每个三联体密码子(亦称密码子)确定了特定的氨基酸。二条长链上的碱基配对互补解释了DNA如何进行复制(见下文)。配对失误扰乱DNA分子结构，也可能引起突变，但是酶修正系统能及时发现错误并给予纠正。

基因、基因组和突变

孟德尔发现特征以分离的单位的形式传给后代。一旦建立了DNA结构，可在分子水平上理解这些称为基因的单位。基因是DNA分子的线性部分，包含特殊蛋白质或核糖核酸(RNA)分子构造的所有信息。生物遗传信息总数称为它的基因组。

DNA中核苷酸碱基变化时，即会出现突变。随着碱基数目的添加、缺失或互换，突变就会自然发生。如果暴露于化学物质或辐射情况下，这一过程(称为突变形成)发生的速率即刻加快。突变有可能打断或阻止产生蛋白质，从而干扰生物的整体功能。代代相传的自然突变可能是有益的，而且的确在进化过程中占有重要的位置。

组成单个基因的核苷酸碱基排列顺序称为等位基因。基因通常有几种不同的等位基因。因此，如果一生物眼睛颜色依赖于一个基因，那么不同的眼睛颜色将由不同的等位基因来决定。

基因解读和蛋白质合成

细胞使用储存在DNA中遗传信息过程的第一阶段是转录一个基因的RNA，这就是基因转录。大多数RNA转录分子(即信使RNA或称mRNA)从细胞核转移到核糖体——细胞质中的微粒(见20—21页)，蛋白质在此处产生或合成。核糖体将氨基酸按转录RNA中密码子顺序排列起来生成蛋白质。蛋白质可能成为细胞结构的一部分，也可能成为促进化学反应的酶。

染色体

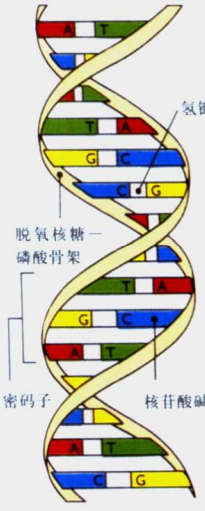
染色体包含几种不同的蛋白质和一个DNA分子。每条染色体有大量的基因。大多数真核生物(有细胞核的生物)有多条染色体，但没有细胞核的细菌只有一条染色体。

一生物所有细胞中不同染色体的数目相同，但不同物种的染色体数目有差异。虽没有明确的形式，但植物染色体的数量比动物的少。人类每个细胞中有23种不同的染色体，每种有2条染色体(称为同源染色体)，共计46条。

DNA复制和细胞分裂

随着生物的生长，体细胞不断分裂、增多。细胞分裂时，DNA通过DNA复制过程成倍增长。连接DNA分子的双氢键断裂，每条链利用细胞核中的核苷酸合成一个新链加以补充，产生二个与母分子相同的子分子。这一过程在细胞分裂之前完成，以使每条染色体含有二个DNA分子，不是通常情况下的一个。细胞分裂过程中的有丝分裂保证每个子细胞从每条染色体都获得一个DNA分子。

DNA分子结构



脱氧核糖核酸(DNA)分子是大部分生物的基本遗传物质。DNA分子尽管是大分子，并且看起来很复杂，事实上它的结构却非常简单。一个DNA分子由两条彼此不相连交错缠绕双螺旋状的链构成。每一条链都由四种叫做核苷酸的联合体构成。这四种核苷酸具有相同的基本成分：每种核苷酸都是由一个糖粒子(脱氧核糖)同一磷酸结合而构成螺旋骨架；区分不同的核苷酸只能参考与糖分子结合在一起的含氮碱基(叫做核苷酸碱基)的特征。四种碱基—腺嘌呤(A)、胞嘧啶(C)、鸟嘌呤(G)和胸腺嘧啶(T)—位于双螺旋的中央，每一种碱基都通过氢键与螺旋带上的对应互补碱基结合：A只能与T配对，G只能与C配对。

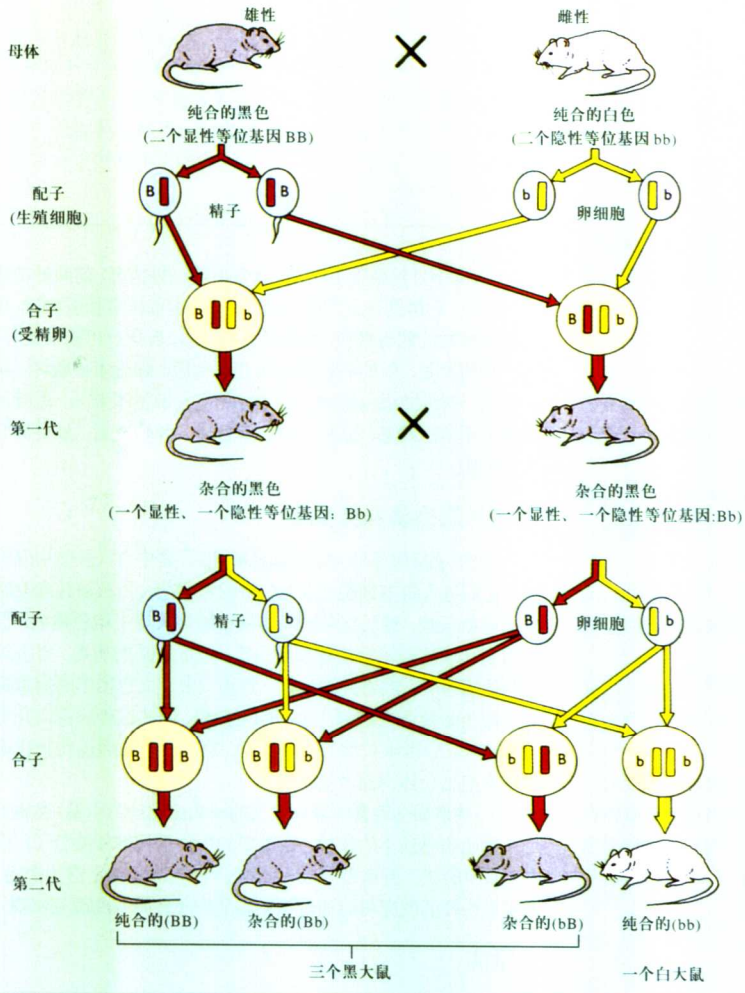
这种简单的结构说明了DNA分子的两个重要特征—它为氨基酸的制造提供规则(蛋白质产生于氨基酸)以及它自我复制的能力。DNA分子中每三个碱基的组合(叫做三联体或密码子)编码一种氨基酸，而两种碱基的独特配对则告诉我们：通过把DNA母分子的两条螺旋链分离是如何产生两个相同的DNA分子的。

单因子遗传

单因子遗传能说明孟德尔定律的简捷性。可遗传的特征由单基因中一对显性和隐性等位基因的作用来决定。

大鼠的颜色即是一个例子。其黑色等位基因显性于白色等位基因。如果纯合黑大鼠(有二个相同的等位基因)同一纯合白大鼠交配，后代为杂合黑大鼠，每个幼鼠的外部特征和黑大鼠都很相像，但带有隐性白色等位基因。它们后代之间交配即产生黑大鼠和白大鼠，其比例为3∶1，白大鼠从双方母体各继承了一个白色隐性等位基因。

人类某些特征的遗传也有类似的方式，包括囊肿性纤维化这类隐性遗传疾病。依赖于许多不同基因的特征遗传更复杂，但其主要原则在所有遗传作用中都是相同的。



大部分生物是二倍体，如人类。正常体细胞中含有成对染色体。然而生殖细胞(或配子)是单倍体，染色体数目为体细胞的一半。减数分裂使细胞产生生殖细胞，生殖细胞在受精作用下产生单个双倍体细胞(即合子)，完成对染色体的补充。

性染色体和重组

人体内决定性别的一对染色体有X、Y两种形式。雌性有两条X染色体，雄性有一条X、一条Y染色体。这样雌性生殖细胞总是带有一条X染色体，而雄性生殖细胞带有一条X或一条Y。因此，孩子的性别由父亲遗传的染色体类型来决定。大多数有性分化的动物都有类似的性别决定形式。

在有几种不同染色体的生物中，后代从父母那里各获得一些染色体，这样的基因组合与父母双方均有不同。交换进一步加深了遗传多样化，即在减数分裂中，同源染色体能够互相交换少量的DNA，将基因移入新组合。然而在同一染色体上关系密切的基因往往全部继承下来。性的相互作用将加快基因移入潜在有益的新组合中，这对物种的进化非常重要。

显性基因和隐性基因

二倍体生物的每个基因位上都有两个等位基因。每条染色体配对中有一个等位基因(雄性生殖染色体除外)。当一特定基因有两个相同的等位基因时，就该基因位来讲，这种个体是纯合体。然而许多基因的每个位有不同的等位基因，因此这个个体对该基因位来说即是杂合体。一个等位基因可能是显性的，细胞用它所编码的基因产物优选另一等位基因的产物，该等位基因称做隐性基因。不同基因等位基因间的相互作用产生了个体的特征，这是表型；个体基因组中一系列等位基因称做基因型。

分子遗传学及其展望

基因工程的基础是使用细菌酶将DNA切割成碎片。这些碎片能利用其他酶以几乎是任意的组合而组合起来。各种不同的DNA可以完成这一重组。例如，人类基因可以放置在细菌的DNA中，细菌因此大量地繁殖。如果细菌有合适的基因(见25页)，它能产出可利用的产物。

基因工程还能用于确定DNA中一小段核苷酸碱基的准确排序。不同生物体的许多基因已经排列出来，这有助于理解不同物种之间的相关程度(见19页)。

世界范围确定人类基因组排序已经开始，并将在约30年内完成。它将揭示许多基因的位序，提供人类遗传组织一些出人意料的信息；使我们有可能采用基因替换疗法，即用正常基因替换有缺陷的基因，这种方法在21世纪将用于治疗许多遗传疾病。

参见
- 什么是生命 6页
- 进化 12—17页
- 生命的分类 19页
- 细胞 20页
- 细菌与病毒 24页
- 原生生物 26页
- 植物的繁殖 33—41页
- 性与繁殖（动物） 184页

简单的生命形式：细菌与病毒

在生物的五界之中，无核生物界最简单，它包括原始细菌、细菌和支原体。细菌个体由单一的原始细胞形态——原核细胞构成，它与高级生物中的真核细胞的区别在于：缺少含遗传物质的细胞核（见20页）。原始细菌可能源于约32.5亿年前的原始原核生物，它们由细胞起源以前的形态演变而成（见6页和20页）。这种原核生物也可产生支原体、真菌、藻青菌（蓝绿藻）和绿色原核藻。

病毒的生物形态更为原始，它们可能直接由细菌体内的质粒演变而成（见下文），并和它们一并成为最简单的生命形式。实际上，病毒是介于生物和非生物之间的一类。病毒完全依赖活细胞作为其繁殖载体的事实表明病毒的进化可能晚于最早的细胞生物的进化。

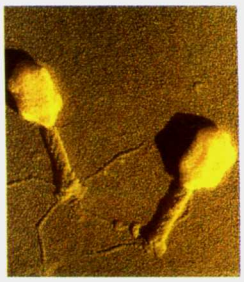
病　毒

直到1892年，人类才发现了烟草花叶病毒，这一发现表明还有比细菌更小的传染媒介。20年后，人类发现了第一个侵染细菌的病毒——噬菌体。

人类已知病毒的范畴很大，许多病毒引发疾病——重至艾滋病，轻至感冒——许多这类疾病无法治愈。病毒也通过有机体间遗传物质的传递而影响进化。它们大小不等，小至0.000018毫米，大至0.0006毫米。直到20世纪30年代，随着电子显微镜的问世，人类才能真正观察到病毒，它们形状各异，有球状、杆状甚至二十面体。

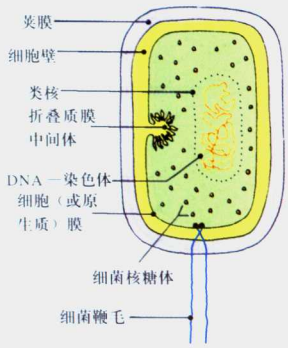
几乎与此同时，生物化学分析表明病毒含单一核酸——或是脱氧核糖核酸（在噬菌体中），或是核糖核酸（在烟草花叶病毒中）——核酸的外层是蛋白质，它们共同构成核壳体。整个核壳体的外围是双脂质层，内含蛋白质。核酸中心的外层主要有三种功能：保护核酸免受周围因素影响；有助于病毒通过载体在寄主间传播；使核酸在寄主细胞内复制。最后的复制过程需要特种酶，它们不在寄主细胞内，由一些病毒运送以完成此过程。

病毒的复制



一些病毒，如在这个电子显微镜下观察到的T_4噬菌体，依靠细菌的繁殖器官实现复制。复制的方法是，将蜘蛛状尾部纤维附着在细菌的细胞壁上，这些尾部纤维可以在这里看到。尾部将头部的遗传物质注射到细菌细胞内。利用细菌的繁殖器官，不超过20分钟就可在细菌内产生后代。

原核细胞结构



原核细胞的主要组成部分图表。外围是质膜或细胞膜（见20—21页），它在间体部位折叠以形成更多的细胞膜表皮层，用于各种生物化学过程。质膜紧靠细胞壁（它不同于植物的细胞壁，不含纤维素）。细胞壁的外围是被膜。质膜内是原生质，它包含离子、酶和其他溶解分子，与单体核糖体共同用于蛋白质的合成。这些核糖体的大小、接近那些真核细胞中的叶绿体和线粒体中的核糖体，但比真核细胞质中的核糖体大。在原生质内，类核内是脱氧核糖核酸片状体，通常呈圆形。一些原核生物细胞可以借助于鞭毛游动，鞭毛由一种特殊蛋白质—鞭毛蛋白构成。在结构方面，这种鞭毛不同于真核生物细胞的纤毛和鞭毛（见26—27页）。

病毒一旦侵染寄主细胞，就会出现三种情况。前两种是病毒的繁殖，它借助寄主细胞的结构，制成病毒核酸和蛋白质，用它们制成新的病毒颗粒。细胞释放病毒后，自身有可能被破坏。另一种情况是，新的病毒颗粒离开细胞后，细胞未被破坏。第三种是：病毒能进入细胞，并附着在寄主染色体上，一段时间内处于不活跃状态，之后，离开染色体，开始复制，最终离开寄主细胞。

逆转录酶病毒和类病毒

逆转录酶病毒是一组核糖核酸病毒，其中有一些能引发肿瘤。它们进入寄主细胞，借助自身的特种酶，用核糖核酸复制脱氧核糖核酸。然后这种脱氧核糖核酸溶入寄主染色体内，最终用它制成病毒核糖核酸和蛋白质，以形成新的病毒。寄主细胞释放病毒时，病毒并无危害。然而，由于染色体中的病毒脱氧核糖核酸使寄主细胞产生新的蛋白质，因此这种病毒离开寄主细胞时，会带来长期的遗传变化。病毒自身也因遗传物质遗留在寄主染色体内而产生缺损。

一些诸如马铃薯纺锤病之类的疾病由类病毒引发，类病毒是一种比病毒还小的颗粒，是重要的传染性核糖核酸分子，很小，呈单股状，类病毒可以为大约55种氨基酸确定遗传密码。类病毒毒性的改变可以通过核糖核酸中单体碱基的改变实现。

支原体

支原体是已知的最小的非寄生生物（0.0001—0.001毫米），它与真菌的区别在于它缺少细胞壁和间体。支原体最先见于牛体内，并引起了肺炎一类的致命性传染病，它也能在牛和人体内引发一些疾病。支原体的一些腐生形式存在于污水中。

细　菌

单细胞生物中多数原核生物是细菌，它们形状各异，有球状、树冠状、杆状甚至螺旋状。一些细菌，如沙门菌，能游动，而另一些则不能游动，排列成股状或链状。细菌的大小差异很

大；最小的细菌，如衣原体，仅有0.0003毫米；而最大的，包括螺旋体，超过0.02毫米。细菌能引发众多疾病，包括霍乱、食物中毒、麻风、瘟疫、梅毒、破伤风、肺结核及伤寒。多数疾病都能用抗菌药物治愈。

极端的环境

尽管细菌被视作引发疾病的寄生生物，它们的生境和生活规律却各不相同。虽然许多细菌是寄生生物，但细菌中也有腐生生物，而非寄生生物，有些细菌还与植物(见下文)和动物建立了共生关系，许多细菌有助于消化(见169页和178页)。细菌的演变起源留下的问题使它们对氧气的敏感程度不一。一些是需氧细菌，另一些是厌氧细菌，还有一些细菌能在这两种环境中随意转移，最后一组细菌参与发酵作用，尽管它们可以生活在有氧或无氧两种环境中，还是保留了基本的生化机制而生活在无氧环境中。

适于多数细菌生长的温度为37—40℃(98.6—104°F)，如在哺乳动物体内，也可以是30℃(86°F)左右的普通环境。然而，一些原始细菌却生活在极热或极冷的不利环境中：杆菌适于在50—55℃(122—131°F)生长，如在堆肥中，厌氧硫菌甚至能忍耐温泉中90℃(194°F)的高温。在温度谱的另一端，一些细菌甚至可在0℃(32°F)的低温下繁殖。另一些原始细菌耐高盐度的能力很强，能生活在海洋中、盐滩水域中和腌菜液中。

很明显，并非所有细菌都能忍耐极为不利的环境，一些细菌已习惯于产孢子——由细胞分裂而产生的繁殖体。孢子的蛋白质外皮不易损坏，能保护孢子免于干燥、受热、凝固、避免接触有毒的化学品和防止辐射。孢子在有利环境再次出现以前长期休眠，可生长的孢子在储存50余年之后才开始生长发育。但是，在理想条件下，细菌的繁殖机制却有很大差异。

代谢多样性

细菌对不同生境的适应能力与它们不同的代谢能力有关——这两个特点反映了细菌广阔的进化背景。细菌可以依靠其他生物产生的有机分子维持生命(异养代谢，也见于动物)，也可以用无机物制成自己的有机分子维持生命(自养代谢，也见于植物)。自养细菌中一类参与光合作用(光养细菌)，另一类参与其他化学转化(化养细菌)。

参与光合作用的细菌由两种紫色菌构成，一种使用硫，另一种使用其他无机分子，如氢或硫化氢。从化学过程来看，细菌的光合作用从根本上有别于绿色植物的光合作用，包括藻类的光合作用(见31—33页)。参与光合作用的细菌往往是厌氧菌，因此产生能量三磷酸腺苷分子时，既不用水，也不释放氧(见21页)。然后二氧化碳中的碳通过类似于高等植物固定的方式被固定(见31—33页)。

一组需氧细菌——固氮菌，能将相当不稳定的氨或亚硝酸转化成氮的更稳定形式——硝酸盐，生物中只有固氮菌有此功能，氨或亚硝酸源于腐生有机物，尤其见于土壤中。而高等植物又可利用这些硝酸盐制成有机氨基化合物——蛋白质的组成成分。这些又可为动物利用，动物自身无法完成上述两个过程。因此，细菌在推动氮循环(见196页)，以至在维持几乎地球上的所有生命方面都起到至关重要的作用。有些细菌呈瘤状生活在某些植物的根部和嫩枝处，豆科植物(见31—33页)占相当数量。

其他需氧细菌用硫、铁或氢作为它们的能量来源，有时在酸性环境中，它们产生硫酸得以生存。污水处理厂使用分解氢气细菌，它们能减少游离氢的积聚，否则这些游离氢气会和大气中的氧混合在一起，形成一种很危险的，能引起爆炸的混合物。

然而，许多细菌，尤其是寄生生物和腐生生物，将葡萄糖之类的有机分子作为它们的能量来源，并通过发酵(酵解，见21页)使它们处于厌氧状态以产生三磷酸腺苷，也能产生醇，如乙醇，或产生酸，如乳酸或者甲酸。在需氧状态下，它们产生不同的副产物。发酵过程的经济价值使它得到利用，由发酵过程产生的化合物，有些可以直接使用，如乙醇(饮料中的酒精)和醋，有些用作其他工业合成的基本原料。

繁殖和质粒的作用

尽管在不利条件下，细菌的繁殖手段是产孢子(见上文)，但在有利条件下，它的繁殖率很高，单个细菌能每20分钟分裂一次。和所有原核生物一样，细胞的分裂是通过一种简单的分裂方式实现，而不是有丝分裂(高级生物使用的过程；见22页)。脱氧核糖核酸复制时，细菌分裂成两个，每一个子细菌有一类似母本的脱氧核糖核酸片段，它代表细菌染色体。

许多细菌除了主要染色体外，还有一组或多组额外的脱氧核糖核酸/核糖核酸(质粒)，它们很小，呈圆形。这些质粒运送与性别因素等同的基因。通常细菌的繁殖不同于真核生物的有性繁殖，而是通过一个由质粒基因控制的过程在细菌之间交换遗传物质。

质粒上也有用于抵御药物和进行特殊代谢过程的基因。由根瘤菌携带的质粒使植物体内生瘤。因为这类质粒能结合成原核生物和真核生物的染色体，所以应用于生物技术。钝化的质粒中含有特殊基因，这些质粒然后以某种方式将基因携带至寄主染色体，这种方式使那个基因在寄主内得以表现，可以制成特殊蛋白质；比如，人体的胰岛素就是用细菌以这种方式制成的。

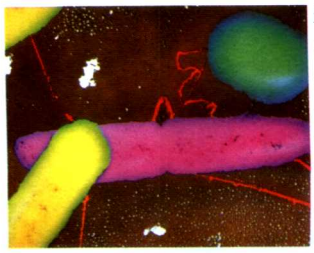
藻青菌

藻青菌并不是细菌的主体，它们或是很小的圆形细胞，或是游动的丝状体，可以独立生存，或与真菌共生形成地衣(见34页)或与高等植物，如银杏树树根的细胞形成共生关系。

藻青菌能固定氮，并能和绿色植物一样以同样方式进行光合作用，产生氧——一种附带物。正是由于藻青菌约在26亿年前的增殖，才最先将地球的大气层转变成含氧量很高的环境(见6—7页)，才使需氧细菌和随后的所有依赖氧的生物的进化成为可能。某些藻青菌通过共生过程，成为最早的叶绿体——在植物和植物状的原生生物体内的细胞器，含有进行光合作用的叶绿素(见31—33页)。

参见

- 地球的年龄 4页
- 什么是生命 6页
- 进化 12—17页
- 细胞 20页
- 遗传学 22页
- 原生生物 26页



细菌的接合作用。在这个伪色显微镜下，我们看到两个大肠埃希氏菌的接合。接合作用要求基因借助菌毛(红色)从一个细菌(品红色)转至另一个(绿色)。转移的基因是质粒，很小，自发地复制脱氧核糖核酸片段。

简单的生命形式：原生生物

原核生物细胞，如细菌，演变成真核生物细胞，细胞结构和功能更为复杂(见20页)，同时，进化后的细胞，形状大小各异。这个演变过程，由单细胞真核生物，最终发展成多细胞植物、动物和真菌。

正是单细胞真核生物——原生生物——构成原生生物界。它包括单细胞海藻和原生动物，黏菌和网黏菌。经过进化，它们的结构变得复杂，高级。尽管仍是单细胞生物，有一些组成群体后，已经近似于多细胞生物。

大多数多细胞生物的形状都很固定，而原生动物和原生海藻则不同，形状各异，有圆形的、椭圆形的或杯子形的。多数原生生物都很小，最小的只有0.00001毫米长，最大的不超过1毫米长。但原质团例外，有几厘米长(见方框)。海藻包括眼虫藻、腰鞭毛虫、硅藻、一些绿藻和褐藻。

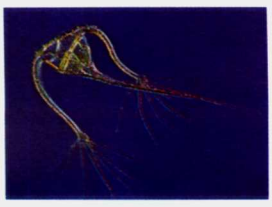
生 境

原生生物普遍存在于陆上和水中(在这种环境中，它们是浮游生物的主要组成部分)，也普遍存在于其他生物，如寄生生物或共生生物(见168页)内部。藻类和原生动物能独立生存在土壤中——密度高达每克土中20万个——也见于淡水和海水中。粘菌喜欢生活在落叶和腐木中。藻类的共生体见于其他原生生物和多细胞生物，如水螅和白蚁。它们的生命周期中，寄生形态很复杂，通常由一个次级寄主(见168页)将它们从一个初级寄主传至另一个寄主，这样，它们的生命周期发生变化。一些寄生形态能使人类和动物染上常见疾病，包括疟疾，昏睡病，利什曼病和痢疾。黏菌也侵袭植物，使它们患病，如甘蓝根肿病和芜菁指跖病。

环境的适应性

许多原生生物生活在水中——海水或淡水，甚至生活在另一个生物体内，它们必须学会游泳，并且能控制进入体内的水量。此外，所有的原生生物都要具备对周围信号和压力做出反应的能力，这些信号和压力包括：酸度，温度，光，盐度，食物源，距它们生活环境很近的其他化学品，甚至来自寄主防御器官的侵袭。

一些进行光合作用的原生生物有专化结构——眼点，用来测量光的强度，使生物做出相应的反应。原生动物与它们相似，也能感觉温度，如果将它们置于一定范围的温度中，温度由高至低，它们会移到温度更适合的地方。适于多数原生生物的最高温度范围是20—30°C(68—86°F)，但一些原生动物生活在44°C(111°F)的温泉中，而硅藻却生活在南极的冰冷水域。



腰鞭毛虫，属于原生动物中的鞭毛虫群，见于淡水和咸水中。腰鞭毛虫可以像植物那样进食(通过光合作用)，也可以像动物那样进食(通过摄取预先形成的食物，如海藻和硅藻)。

黏 菌

黏菌由单个的，很小的变形虫细胞构成，这类细胞和许多细胞核合并后产生的变形团也可以构成原质团。黏菌是最先分化成多细胞生物的菌类，当它们进行繁殖时，单体变形虫形态通过化学信号的吸引聚集成团。这些聚集体和变形团通过细胞移动，形成向上生长的茎，进而产生子实体，从严格意义上讲，茎的顶端是子实体(孢子囊)，繁殖在此进行(见正文)。

营养方式

只有一些原生生物是自养生物，即能(像植物和一些细菌那样)通过光合作用(见24—25页和31—33页)将简单的无机分子转化成复杂的有机分子——主要是碳水化合物和蛋白质。但是，大多数原生生物属于异养生物，即依靠其他有机物的消耗作为复杂分子的来源。不论它们采取哪种营养方式，食物原料通常储存在细胞内。食物原料可以是碳水化合物，如非寄生形态中的淀粉，或是寄生形态中的糖原。原生生物也储存蛋白质，尽管它们消化脂肪的能力并不为人们熟悉，一些原生生物实际上贮存小油滴。当食物不易找到时，或某些过程，如迅速繁殖需要大量能量时，所有这些贮存的食物就具有很高的价值。

异养生物用来获取食物的机制，在某种程度上，依靠细胞外部的形态。比如，变形虫，它的细胞外围仅有一层膜(见20页)，因此能够通过吞噬作用吞噬食物源。变形虫可以自由移动，并受食物源方向的化学刺激吸引，一旦刺激达到足够强度，就会刺激变形虫伸展其细胞表面，并吞食食物颗粒。被摄取的食物颗粒进入空泡内，由水解酶进行消化，消化后的分解物通过空泡膜释放到周围的胞质溶胶中(见插图，20—21页)。食物空泡中的原料并不能全部消化，剩余物由细胞表面分泌。消化过程中，食物空泡在细胞内循环游动。

一些原生生物的表层更为复杂，因此它们不能在表皮的任意部位吞噬食物。所不同的是，它们的表层有一个用来摄取食物的定点。这表明尽管一个自由游动的细胞，如草履虫，能够与变形虫一样，以同样方式接近食物源，但必须设陷阱捕捉食物，并将食物引至摄取食物的定点。这一任务由细胞表层的毛发状结构——纤毛(见游动性，下文)完成，一些纤毛具有专化功能，用来引诱食物，另一些用来捕获食物。然后，其余的纤毛将食物送至胞咽处，它的两侧排有更多的纤毛，食物沿胞咽迅速下滑，直至食物空泡进行消化。这些食物空泡沿着限定的路线也在细胞内循环。未消化的食物只能在细胞表层的专门部位——肛门处排泄。

结构复杂的原生生物，捕获食物的结构也就更复杂。有时它们射出发射器以刺中捕获物；原生动物习惯于以其他生物，包括其他原生动物为食。也有一些原生生物成为滤食动物；对于这些动物，食物通过一组鞭毛(毛发状结构的另一种形态；见下文)或通过纤毛群迅速移至胞咽，这些鞭毛或纤毛可以形成口腔膜，它能留住那些太大而不能摄取的颗粒，而让小一些的颗粒，如细菌通过。另一些原生生物的喂食器官结构完善，可以吞咽任何由此通过的异体细胞。

原生生物的外表皮

原生生物的外表皮结构各异，这取决于某种生物的生活环境和对外表功能的要求。很明显，表皮必须保护生物，但物质和气体透过细胞和外界之间的表皮进行交换也是必要的。一些原生动物，如变形虫，自身与外界间长有细胞膜，可以随时透过膜进行交换。与此相反，另一些原生生物的膜外长有复杂的外层：草履虫是一种自由游动的纤毛虫，它的外层坚硬，起保护作用，被称作表膜，而腰鞭毛虫长有片状纤维素，因此像植物。一些原生生物的外层甚至长有壳，它可以由不同材料构成，有硅石、含氮物质、钙质(在多数有孔虫体内)、甲壳质状物质(与节肢动物外骨骼的主要组成部分相似)和纤维素(在菌虫体内)。

渗透作用和呼吸作用

许多水生原生生物，尤其是那些生活在淡水中的原生生物，长有细胞器(微小器官)，通常称作收缩泡。它们主要用于排出多余水分。在淡水环境中，水能够通过渗透作用，透过外层细胞膜进入细胞内，造成细胞内水量过多，这些多余的水，有时经过长管，进入收缩泡，一旦水满，收缩泡挤压并排出细胞内的水。这些水可以直接排到体外，也可排到胞咽处。

和所有生物一样，原生生物需要氧气。氧气分布在大气中，并透过生物的整个表皮进入体内。同时，废气，如二氧化碳也可能以类似方式排出体外，尽管一些溶解的二氧化碳可能是被收缩泡挤压出体外。

游动性

许多原生生物可以移动，它们可以像变形虫那样移动前行，也可以借助纤毛或鞭毛游动。在变形虫式移动中，变形虫的形状产生一系列复杂的变化。变形虫下侧的前缘长有临时的突起——伪足，它借助细胞骨架(见20页)附着在表皮上，并带动细胞的其余部分。然后伪足脱离表皮，一个新的前缘又形成一个伪足，并附着在表皮上，此过程就这样循环。总体上讲，游动性的作用是：变形虫向前“滚动”，细胞内物质也跟随着向前游动，游至与表皮的连接处，然后离开。

纤毛和鞭毛(源于拉丁语，分别是“睫毛”和“鞭”的意思)是专化结构，具有移动和其他功能(见上文)。它们由螺旋体(一组原核生物细菌)演变而成，它们一旦成群地附着在寄主上，往往与寄主同步运动。纤毛通常群集，运动时有规律，像风吹过麦田。这种运动方式也见于螺旋体群。鞭毛也呈群集状，但更多时候是一对或单个。原生生物的鞭毛与动、植物细胞中的鞭毛基本结构相同。尽管原生生物鞭毛的外表不同，内部由9对纵向细管构成，连接在一对中心细管周围的环状物上；这一内部结构与纤毛的内部结构相似。

囊　胞

原生生物具有不同形态的囊胞，囊胞的形态取决于形成它们的环境。通常某种形式的重压能引起囊胞：不利的环境促使细胞产生“抵御囊胞”，外层是胶状物或更牢固的(有机的)材料。如果生物想在某段时间内不受干扰地进行消化和保存能量，它会产生“休眠囊胞”。也能产生特殊的“繁殖囊胞”(见下文)。

原生动物吃原生动物。在这个伪色显微镜下，有纤毛的原生动物栉毛虫正在吃有纤毛的草履虫。桶状的栉毛虫绕有两圈可自行移动的纤毛，一个突出的口吻，在进食过程中用作探测、捕获食物的器官。图中栉毛虫的口吻正在细胞内部向下移动，将草履虫拖入体槽内。草履虫将完全占满栉毛虫的内部。一旦消化完毕，口吻回到细胞的前面，准备再次进食。

繁　殖

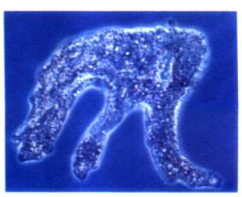
和多细胞植物、动物一样，原生生物具有两种繁殖方式，即无性繁殖和有性繁殖。无性繁殖是通过细胞分裂实现的。分裂有几种类型，最基本的是细胞核分裂(有丝分裂；见22页)。还有一些原生生物，如变形虫和草履虫，采取二分裂，由二分裂产生两个相似的个体。有时分裂过程重复进行，产生的细胞核超过4个；这个过程一旦完毕，最初的细胞就会分裂，由此产生的个体的数目与细胞核的数目相同。分裂通常在孢子(在原生生物和细菌中的功能类似；见24—25页)形成过程中重复进行。分裂能够在囊胞(见上文)内进行，无囊胞也可进行，繁殖物或裸露的，或有表皮。

有性繁殖同样重要，这也是原生生物和原核生物的区别。尽管无法识别不同的性别，但许多原生生物不同个体细胞间进行融合却很明显。在此过程中，细胞核不断分裂，并形成单倍体配子(性细胞，仅有一套染色体)，它们被释放到含水环境中，成对融合，形成二倍体合子(具有完整的染色体的细胞；见22页)。

一些原生动物有两个细胞核，通常称作微核和大核。微核与此类细胞的遗传和繁殖有关。一些海藻和原生动物通过接合作用进行繁殖，在此过程中，两个个体接合。若大核出现，则被分散，微核分裂并产生一些细胞核。除一个细胞核外，其余均消失，剩余的“雄性”原核从一个细胞移入邻近细胞，并和“雌性”原核融合，形成合子(与高等生物的受精卵相似)。然后合子细胞核分裂成微核，若条件适宜，可以形成一个新的大核。一些原生生物实行单性生殖——未受精的卵由此演变成带有一组单倍体染色体的个体(见22页)。

参见

- 什么是生命 6页
- 细胞 20页
- 遗传学 22页
- 细菌与病毒 24页
- 藻类植物 34页
- 性和繁殖 184页



一种变形虫。可以看到三个伪足——暂时的突起——用于移动和喂食。

植物界

植 物

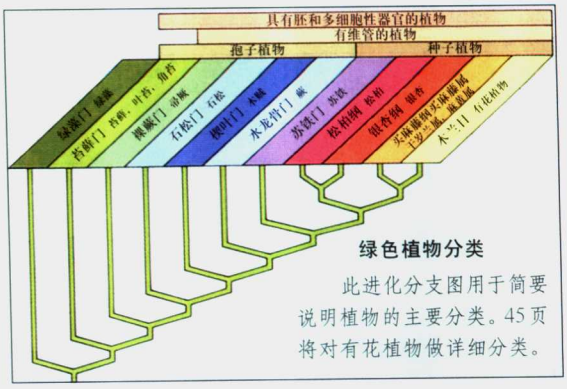
数十万种植物构成了植物界——生物五界之一。植物几乎遍及地球各种生境，从北半球冻原至赤道森林，从最干旱的沙漠至海洋，都有植物存在。在扩散过程中，植物经演变所具有的各种适应性令人震惊，形成最为多样、最为美丽的生物群落之一。

所有植物都能进行光合作用(见33页)，这一能力使它们有别于除某些细菌(见25页)外的其他生命形式。它们用简单的无机分子，通过使用太阳能，合成维持生命所必需的复杂的有机分子。这表明几乎所有的其他生物都直接或间接依赖于植物——有机分子的来源(见194页)。

显著特征

尽管从表面上看，植物与真菌(真菌界；见35页)极为相似，但真菌不能进行光合作用，其细胞壁由几丁质而不是由纤维素构成。通常，植物指的是多细胞生物，因此那些能进行光合作用的单细胞藻类与原生生物界(见26页)的其他单细胞真核生物列在一起。

植物因其各种特征区别于动物。二者的基本区别在于，植物细胞有细胞壁(由纤维素构成；见插图，21页)。许多植物细胞也能产生新的完整的植物体(营养繁殖的基础；见33页)。最根本的区别可能是，植物体内缺少神经系统——尽管它们有各种方式对周围环境主动做出反应(比如，向光性；见33页)。另一个明显的区别是，虽然它们能根据环境刺激改变生长方向，能够通过无性繁殖蔓延，并能被动散播孢子或种子以移居新的地域，但植物不能有目的地移动。



绿色植物分类

此进化分支图用于简要说明植物的主要分类。45页将对有花植物做详细分类。

大花草属最大的花。这种热带寄生植物的花，直径达91厘米(3英尺)。

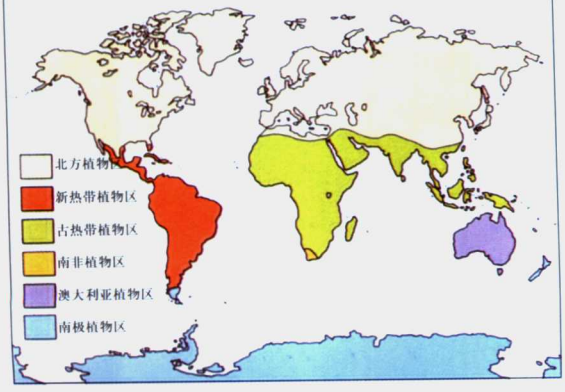
大小和年龄

生长在加利福尼亚西南叫做墨西哥三齿拉瑞阿的一种特殊灌木，从最初生长地缓慢蔓延，生长范围不断扩大。依据生长范围推算，有的年龄高达11,700岁。据估算，生长在南极直径为100毫米(4英寸)的地衣(与藻类和真菌共生)其年龄也至少有10,000岁了。北美洲的狐尾松的年龄通常很高，内华达的一棵狐尾松被砍伐时(依据年轮推算)达5100岁。

澳大利亚浮萍是最小的有花植物，仅有0.6毫米(0.025英寸)长，0.33毫米(0.013英寸)宽，0.00015克重。与此相反，北美洲西部的巨杉是最大的生物，其中一株名叫“谢尔曼将军”，据估算重达2500吨。它的亲缘植物——海岸红杉，是现存树木中最高的，其中一株高113.7米(373英尺)。但是，据记载生长在澳大利亚的维多利亚桉树是最高的树木，据1872年的报道，树体高达136.2米(435英尺)，据信最初的高度要超过150米(500英尺)。

植物群区

地球可以划分成六个不同的植物区，主要依据分布在各区的有花植物是否相似。植物的分布基于一些因素，包括过去的和目前的气候状况(见10页和198页)，陆块的历史分布(见8页)和相关植物群的进化史。植物与动物区(见50页)并非完全一致，部分原因是：植物在散播时，能更自如地跨越自然障碍。



参见

- 什么是生命 6页
- 细胞 20页
- 简单的生命形式 24—27页
- 植物的功能 31页
- 真菌 35页
- 主要植物群 34—47页
- 动物 50页
- 生物圈 194—197页
- 气候和植被 198页
- 生态系统 200—221页

植物的功能

植物的基本功能与所有生物相同。它们需要生长，因此要从周围环境吸收原料，这些原料提供构成植物的化学成分。它们需要能量和水以维持生命，能量从周围摄取，并运送至植物体内各处。植物的生长和其他各种功能受空间条件限制，并能随时调整和协调。同动物一样，植物能感觉周围环境并做出反应。它们也进行繁殖。但是，绿色植物具有独特的特征—主要是它们的结构很独特，固定生长于某一位置。这些特征决定了它们实现自身功能的方式。

总体上讲，植物并不从有机物中获取为它们提供能量并维持生长的原料，这一点与动物不同。绿色植物和某些细菌(见24页)是地球上惟一的自养生物，即只有它们能利用简单的无机物，如：碳、氮、氢、氧和生物中的其他元素制成生长原料。为此，它们需要能量，这些能量来源于太阳光。在此过程中，它们将简单的无机物转化成所有动物、真菌和某些细菌最终赖以生存的形式。因为它们固定生长于某一位置，无法离开其生存环境，所以它们的生理系统必须使它们能抵御严寒、察觉变化、并做出适当的反应。

植物营养

生命依赖于化学元素——碳。绿色植物从空气中的二氧化碳获取它。它们将二氧化碳转化成(合成)更复杂的化学成分——各种碳水化合物，如糖(葡萄糖和蔗糖)和淀粉(见6页)。实现这一转化过程所需的能量从阳光中获取(尽管人造光也具有此功能)。这个过程叫光合作用(见方框)。水也是糖中氢原子的重要来源，氧分子作为副产物被释放出来。氧对地球上的几乎所有生命都是必不可少的。

光合作用产生的碳水化合物提供了碳，几乎所有植物体的组成成分都由碳构成。在这些组成成分中，蛋白质(见6页)尤为重要。它含有氮(N)，氮是植物从土壤或水中的硝酸盐见氮循环，196页)中摄取的。在多数高等植物体内，硝酸盐转化成叶片中的铵(NH_4^+)；然后铵与来自光合作用产物的碳化合并形成氨基酸，其分子构成蛋白质。这个例证再次说明植物是如何将环境中的简单物质转化成更为复杂的有机形态的。由于所有动物最终从植物体内获取蛋白质，所以它们都依赖植物的这种属性维持生命。某些植物，尤其是豆科植物(如豌豆、蚕豆、大豆、落花生)与生活在它们根部的细菌形成结合体，由此获取大量的氮：这些细菌将空气中的气态氮转化成寄主植物需要的形态，这个过程叫固氮作用(见方框)，它能使土壤肥沃，因此在农业方面非常重要。

植物需要的用以构成化学成分的其他元素(如叶绿素中的镁，蛋白质中的硫)或用以实现化学反应的其他元素(如用来合成叶绿素的铁)由植物根部从土壤中摄取并运送至所需部位(见下文)。

植物的繁殖结构——种子或其他诸如块茎的部位(如马铃薯)可以产生大量碳水化合物(如淀粉)、蛋白质和植物油。它们被储存起来，直至光合作用和其他合成过程固定下来，这些食物储备在后期消化以确保幼苗或嫩枝的生长。动物和人类利用这些储备，它们是极有价值的食物(谷类，豆类等)。

吸收和运输

高等陆生植物用根部吸收水分、矿物元素、硝酸盐和硫酸盐，有时它们借助能量完成此过程。一部分水，经渗透作用进入植物体内，但更多的水最终则通过蒸腾作用进入体内，蒸腾作用就是通过叶片的气孔蒸发水分(见方框)。水是植物体内不可缺少的成分，以柱状体的形式存在于输导细胞——木质部内。木质部是维管系统的主要组成部分之一，从根部开始，经茎部，直至叶片和植物体的其他部位(在树体中，木质素使木质部更坚固，木质素是木材的主要成分)。在柱状体的末端，叶片内的水因蒸腾作用散失，更多的水流动至此补充散失的那一部分。这种作用沿茎部，一直传递到根部，并最终由它从土壤中吸收水。

一旦土壤中的水枯竭(如发生干旱)，植物就无法摄取足够的水补充蒸腾作用所散失的水分，于是叶片中的水的总量减少，叶片枯萎。然而，植物的一种生理机能使它们免于枯萎，这是由于枯萎的叶片能产生一种化学激素——脱落酸，它能关闭气孔，因此减少更多的水散失。

木质部内也运送从土壤中摄取的物质，因此，木质部内

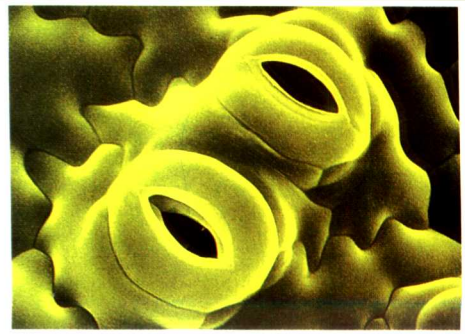
气 孔

气孔是叶片表皮层上的微小孔，通常位于叶片表皮层的下方。植物种类不同，每平方毫米的气孔数目也不同：少至20，多至1000。气孔使二氧化碳进入叶片内进行光合作用，并在蒸腾过程中排出水蒸气。

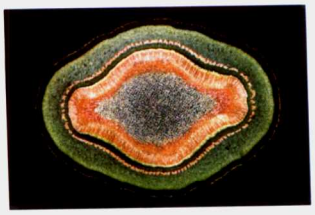
每个气孔的外围是两个保卫细胞，通常约0.045毫米长，0.012毫米宽。保卫细胞能张开和关闭气孔，以调节气体的进出。气孔的这一功能通过水的摄取和散失实现。水进入保卫细胞后，细胞膨胀至新月状，于是当两个保卫细胞都扩大时，它们外围的小孔变大。反之，水散失后，细胞收缩并关闭小孔。

是什么在调节水的流动呢？水通过渗透作用，从一种浓度较低的溶液流到另一种浓度较高的溶液。保卫细胞内钾离子的含量发生变化：浓度增加时，水即刻进入，保卫细胞扩大至独特形状。钾离子进入后，氢离子离开：某些有机酸(羟草丁二酸)中含有氢离子——由淀粉分解产生。

这些情况是如何发生的呢？多数植物的气孔，在光照下张开，黑暗中关闭，由此可见，是光在起作用。在光照下，光合作用使叶片中的二氧化碳的含量降低，而由此引起的生物化学变化使保卫细胞摄取水。此外，植物激素——脱落酸的作用更为重要。叶片开始枯萎时，它的浓度增加：脱落酸使保卫细胞关闭小孔，以防止更多的水散失。



烟草叶片表皮层上张开的气孔。在这个伪色显微图片中，气孔两侧的保卫细胞清晰可见。



在光学显微镜下，通过剖面观察到的嫩枝木茎的不同组织类型的同一中心的各层。从中心至外，这些层分别是：髓(结构材料，呈蓝色)、木质部(粉色，呈纤维状)、形成层(很薄，白色)、韧皮部(深色圈)、加固韧皮部纤维(断开的粉色圈)、皮层(结构材料，蓝色)、木栓层(保护和绝缘材料，深色圈)、表皮层(保护性外“皮”，很薄)。

的流体——汁液——实际上是矿物元素，硝酸盐等的稀溶液。但是，植物体内产生的物质——碳水化合物和氨基酸却在另一个维管组织——韧皮部(木质植物树皮的一部分)内运送。这个过程叫转移作用。碳水化合物中主要运送蔗糖(甘蔗和甜菜中的一种糖)，它被运送至植物的花、发育中的种子、根部和所有的组织器官。叶片细胞中糖的含量较高，对这个运送过程起推动作用，也有助于含氮化合物，主要是氨基酸的运送。所有这些物质被运送至植物体各处，为其生长(如产生新的细胞壁和原生质)和能量提供原料。

能量与呼吸

尽管植物用来维持生命的能量最初来源于太阳光，能量却最先被转化成化学能存在于蔗糖和其他化合物，如储备在淀粉、蛋白质和植物油里面。能量后经呼吸作用——氧气氧化各种化合物的过程，被释放出去。这种氧化作用见于植物的所有活细胞中，一部分在细胞质中，一部分在线粒体中(见20页)。呼吸作用促成各种化合物的合成(如新的蛋白质、核酸、纤维素)，植物生长，能量的摄取和各种矿物元素的积聚。比如，在马铃薯块茎中的淀粉可以为嫩枝的生长提供能量前，马铃薯块茎必须首先转化成一种可运送的形态，即蔗糖；这一点同样适用于已发育的种子内的淀粉或油。这种蔗糖，类似光合作用形成的蔗糖，输送到植物的其余部位。蔗糖通过呼吸作用，经葡萄糖，进行分解以释放能量。因此，我们可以描绘出能量，主要表现为可运送的蔗糖，从叶片或存储器官至植物各处的流动情况。从广义上讲，这个流动过程是：阳光(能量来源)→光合作用(能量转化)→中间化合物(能量储存)→呼吸(能量转化)→能量利用。

固氮作用

经过仔细观察，几乎所有豆科植物都已经和生活在它们根部的某些细菌建立了共生关系。这些细菌从土壤侵袭根部，能够固定气态氮或分子氮。豆科植物包括许多重要的农作物(豌豆、蚕豆、大豆和落花生)，它们结的种子中蛋白质含量高，据估算蛋白质中高达50%的氮是细菌作用的产物。其他科的几种植物也有固氮细菌：它们通常是诸如香杨梅和桤木之类的植物，它们在硝酸盐含量低的土壤上占优势。

根瘤菌属细菌侵袭豆科植物，而且一种根瘤菌只能侵袭一种豆科植物，侵袭的部位是破损的根毛，细菌由此传播至根部中心。受刺激的根细胞在那里分裂，产生节，变异的根瘤菌(现在叫类杆菌)生活在节细胞中。类杆菌需要氧，氧由植物形成的一种红色素——豆血红蛋白(类似血液中的血红蛋白；见180页)运送至细菌；这种豆血红蛋白使节内略带粉红色。类杆菌用寄主植物提供的碳水化合物(以蔗糖的形式)将已经扩散至节的氮转化成氨，氨再通过节细胞转化成氨基酸和其他含氮化合物。这些化合物进入维管组织的木质部，再运至嫩枝处，用于蛋白质的合成。

豆科作物的固氮作用在节约使用氮方面起到极其重要的作用。它们对氮肥的需求远远低于其它作物，不会使这种重要元素在土壤中消失。此外，种植豆科植物使土壤肥沃，因此它们通常被轮种且一年四熟。

植物的生长和发育

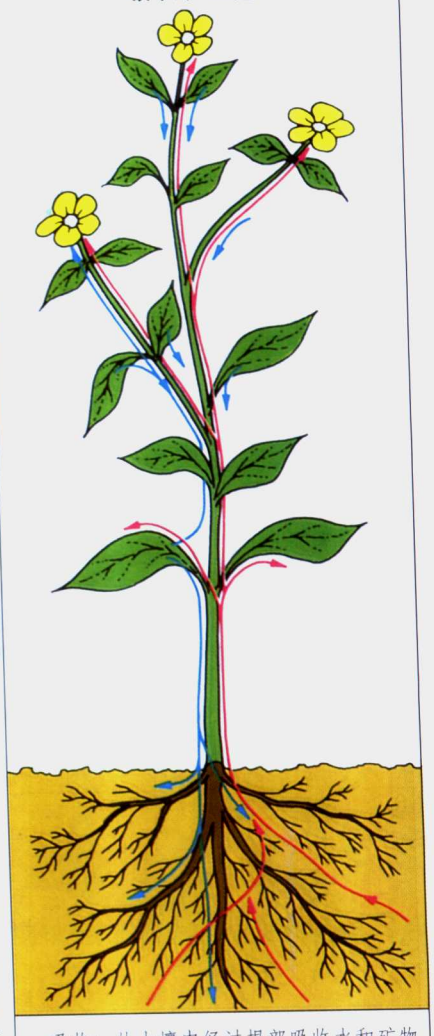
植物随着细胞的增加和扩大而生长。细胞在专化范围——分生组织内分裂(有丝分裂；见22页)产生新细胞，初级分生组织分布在嫩枝和根部末端、嫩叶片或其他部位内。当细胞在已经形成的组织中开始分裂时，它们形成次级分生组织：构成介于木质部和韧皮部之间的形成层，负责茎或根、树干围的生长。

在根部末端生成的新细胞逐渐抑制那些先于它们的细胞的生长。细胞形成后不久，仅几毫米时，开始增大，因此根部末端成为它们充分伸展的区域。嫩枝处可产生类似的过程，但因长出新的器官——叶或花，而显复杂。起初这些器官是分生的，如叶片在茎节处长出。随着叶片的生长，茎部的节与节之间——节间变长，这一点使得纵向生长的比例高于末端生长的比例。

细胞内的水使细胞腔——空泡(见20页)的容积扩大，因此多数细胞的增大借助于水的增加。新的原生质也随后产生。细胞要增大，细胞壁(包括纤维素、其他碳水化合物和蛋白质)必须能伸展，因此细胞壁的伸展性是细胞生长必不可少的因素。一旦细胞壁的化学属性受一种化学激素——植物激素的影响得以改变，细胞壁就能伸展。其他激素，如赤霉素也作用于细胞壁；这些激素，连同细胞分裂素，共同促进细胞分裂。

许多植物的生长和发育受这三

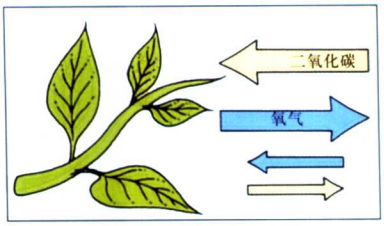
吸收和运送



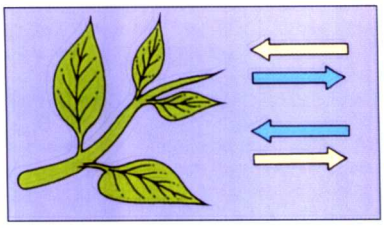
→吸收：从土壤中经过根部吸收水和矿物质，并在木质部中运送至植物体各处。

→转移作用：氨基酸(蛋白质的组成成分)和糖在韧皮部从叶子运送至植物体各处。有些植物(如春季的一些树木)从根部向上运送糖。

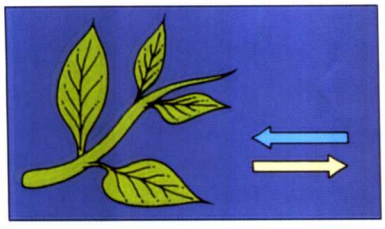
植物和大气



白天：植物通过光合作用从大气中吸入的二氧化碳比它们通过呼吸作用释放的多。它们通过光合作用释放的氧气也比从大气中吸入的用于呼吸的多。



黎明和黄昏：由于光合作用需要的光线不足，植物呼出的氧气和二氧化碳分别与吸入的氧气和二氧化碳等量。



夜间：因没有光，光合作用停止。但呼吸作用继续进行，吸入氧气，呼出二氧化碳。

光合作用

植物叶显绿色的化学物质为叶绿素。叶片中的叶绿素尤为充足，叶绿素含在叶绿体内，叶绿体是细胞内的微小器官或细胞器(见20页)。叶绿素对光谱中的蓝色和红色光区的吸收力极强，这种性能促成了地球上的最重要的单一化学反应，它使动、植物得以生存，这种反应就是光合作用。

二氧化碳通过叶表的微小孔——气孔进入叶内后，单细胞中的叶绿体经细胞间隙，通过渗滤来获取二氧化碳。在光合作用下，二氧化碳转化成碳水化合物，最初是葡萄糖，最终是蔗糖和淀粉。叶绿素从阳光中吸收的能量推动了这一转化过程。植物就是这样获取有机碳的，它们用有机碳，将构成植物体的材料合成。由于植物是所有动物的食物链中的基本食物，几乎所有的碳都是通过光合作用进入生物体内的，因此是光合作用在维持地球上的生命。总体上讲，光合作用的化学反应是：

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{阳光}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

二氧化碳　水　葡萄糖　氧

但是，这个简单的方程式背后，却隐含着光合作用复杂的化学性质，光合作用包括一组光反应和一组暗反应。光反应的基本特征是：叶绿素吸收的光能将水分子分解成氢和氧。地球大气中的所有氧气都源于植物最终释放的氧。

在暗反应过程中，二氧化碳通过一个复杂的化学转化周期，转化成葡萄糖。水中的氢和由光能产生的化学能量参与了一些化学转化。

植物在吸收二氧化碳的同时，也通过张开的气孔释放水蒸气。由于这种水分散失是干旱气候区的潜在问题，许多生活在这种环境中的植物为克服这种威胁，已经在生理方面形成适应性反应。如，许多肉质植物在白天关闭气孔，而在夜间张开气孔，这时光不能引起水分蒸发。二氧化碳在夜间被固化成某些有机酸，而不是糖类，而到了白天，气孔关闭，这时有机酸将二氧化碳释放到叶片里，然后二氧化碳正常参与光合作用。在其他适应半干旱气候的植物(如玉米)中，二氧化碳同样被迅速固化成有机酸，但这一固化过程却是在白天，气孔甚至未完全关闭状态下进行的；这些有机酸然后进到叶片的内层细胞，二氧化碳被释放，并参与光合作用。

在光合作用下，二氧化碳耗尽，产生废弃物——氧气，这与动、植物呼吸时的排出物与吸入物相反，因此，动、植物共同生活，以保持大气层中的这些气体基本平衡。热带森林的大面积砍伐和焚烧，连同工业生产产生的大量二氧化碳，可能导致大气不平衡，并由此产生“温室效应”(见224页)。

种植物激素和乙烯、脱落酸的影响。这些过程包括细胞分化(见21页)、种子发育和生长、开花、生根、结果及对干旱引起的重压做出反应。

环境刺激

植物的生长发育在很大程度上也受环境因素的影响，这些因素包括光，温度和重力。植物的茎部能对光的方向做出反应，向着光生长，这种属性叫向光性。光的亮度和特性可以调节茎部的伸展，它们由色素吸收。色素中的光敏色素对光谱中红色光区的不同部分很敏感，能判断植物是否被邻近的其他植物的绿叶遮挡；如果确实如此，该植物的茎部能长高以超出遮挡物。不仅如此，光敏色素的这种特性也能使种子(也含有色素)测出它们在土壤中的深度，然后相应地改变自身的生长方式。

植物对光的敏感性也使它们能在白天判断季节的变化，这种功能——光周期性——可以调节一年中植物开花的时间。温度在很多方面也起作用，包括对繁殖的调节。春化过程能在一段寒冷时期引起许多植物(如冬小麦和大麦)开花。植物的生长方向受重力影响，根部做出主动反应，茎部则为被动反应。尽管人类还不十分清楚这一现象的原因，但有一点是明确的，即改变定向会使根部立刻受到极度干扰，这些干扰会刺激植物改变生长方向。

繁　殖

不同的植物群有不同的繁殖方式，后面将予以详细介绍。但是，总体上区分原始植物和高度进化的植物还是有益处的。

许多原始植物，包括苔藓、叶苔、蕨类植物和某些藻类，表现出明显的世代更替，即有性繁殖(配子体)世代和无性(孢子体)世代(多数情况下)两个世代都独立存在。配子体世代(遗传学术语，单倍体世代；见22页)形成雄性和雌性器官，以产生雄性和雌性生殖细胞(配子)。将精子运送至卵子通常需要水，它们融合后，产生孢子体世代(遗传学术语，二倍体世代；见22页)，并产生无性孢子，由它们形成下一个配子体世代(见36页)。

与此相反，种子植物——包括裸子植物(松柏类植物等)和被子植物(有花植物)——没有明显的世代交替，但也有配子体和孢子体阶段：配子体(雌性胚珠和雄性花粉粒)变得较小，在营养方面依赖孢子体的成体植物。关键的是，水已不再是受精的必要因素(见38页和42页)。由此产生的孢子体胚在种子里，这类种子能抵御不利因素，与植物体分开，(如果条件不利)种子能多年保持休眠状态，直至最终长成孢子体的成体植物(见38页)。

许多有花植物也能通过营养繁殖进行无性繁殖。特殊嫩枝从亲代植物伸展出来，或在地下，或在地上，从这些嫩枝处，子植物(从遗传学角度看，与亲代植物同源)发芽并生出自己的根。各种不同的嫩枝能完成这一过程，包括地下根茎(如在黄水仙中)和地上纤匐枝(如在草莓中)。这些植物嫩枝中，有一些在贫瘠的土壤中生长得更快，以便被移至更肥沃的土壤；据说它们体现出“破坏性行为”。有些植物(如秋海棠属植物)中，子植物由深深扎根于土壤中的碎叶片长成。

参见
- 什么是生命　6页
- 细胞　20页
- 遗传学　22页
- 植物群　34—41页
- 传粉和种子传播　42页
- 生物圈　194—197页

藻类植物和真菌

藻类植物种类多样，分布广泛，一般指只能在水中生活，不具备适应水体外生活的特殊能力的低等植物。15亿年前藻类起源于海洋中。其中大型藻类——海藻——一直被认为是植物，但就如何划分单细胞藻类，科学家们意见不一。像植物一样，单细胞藻类具有光合作用的能力，但仍与其他单细胞生物一起，通常被划分为原生生物界(见26页)。有一种分类却很少引起争论，即蓝绿藻常与细菌及其他单细胞原核生物一起划归为原核生物界(见25页)。

大多数藻类植物，其中包括全部海藻，都生活在海水中，其他少数分布在湖泊、河流、温泉、冰雪中，以及土壤里和潮湿的树干上。一些单细胞藻类与动物(例如珊瑚)共生，而地衣(见方框)则是藻类与真菌的共生体。海藻有6000多种，分属3个门，单细胞藻类有1.2万余种，分属8个门。

单细胞藻类(原生生物)

一些单细胞藻类属自养型，它们像植物一样进行光合作用(见31－33页)，把简单的无机分子合成为生命所需的有机分子。因此它们是海洋世界中至关重要的生产者(见194页)，并作为一种主要浮游生物，成为海洋食物链中的基链。另外，在光合作用过程中，它们吸收二氧化碳，释放氧气，对保持大气中两种气体的平衡和帮助减弱“温室效应”(见224页)起到重要作用。

自养型藻类包括绿藻(属绿藻门)。在单细胞藻类中绿藻与陆生植物最为相似，它们有相同的叶绿素，在叶绿体中贮存淀粉，两者都有一个纤维素细胞壁。另一种重要的自养植物是硅藻(属金藻门中一纲)；据估计它们能提供生物界初级生产力的25%。

其他单细胞藻类则是异养型，与动物一样，通过消耗其他有机物而获取养料。和动物最为相似的是眼虫藻，它们没有细胞壁，能游动。然而其他单细胞藻类与动物或植物有类似的营养摄取模式。有关单细胞藻类其他方面的情况，包括游动和繁殖，见26页“原生生物”部分。

参见

· 什么是生命	6页
· 细胞	20页
· 遗传学	22页
· 原生生物	26页
· 植物的功能	31页
· 寄生与共生	168页

英格兰西南部落潮时的海藻。图中可见红藻、绿藻和褐藻。

地 衣

枝状地衣——佛罗里达松萝(老人胡子；左侧)和叶状地衣(右侧)附生于树枝上，在松萝上可见碟状子囊菌的子实体。

地衣是一种由真菌(多数情况下是子囊菌，少数情况下则为担子菌)和藻类或蓝藻细菌(见22页)共生而形成的混合有机体。真菌为藻类的生长提供保护性环境，而藻类则把光合作用产生的有机物供给真菌。在地衣变干或暴露于阳光下时，其代谢作用停止。一旦外部环境潮湿，又很快恢复生机。由于这种周期性活动，使地衣生长速度缓慢，虽然如此，地衣在不适于居住的环境下，如岩石表面，甚至在海拔极高和纬度极高地区，也能集群生活，在南极洲南纬86°以上的地方已发现有地衣生活。

从外形上看，壳状地衣紧贴所附表面，叶状或条带状地衣则松弛地系于所附表面，而枝状地衣有着粗浓蓬松的发状外表。

无性繁殖时，产生了由真菌围绕的藻类细胞群，即粉芽。真菌和藻类一起散播孢子。真菌也产生子囊菌或担子菌的子实体。在少数情况下，藻类细胞附着在子囊孢子上，没有这些附着物的孢子则依靠邻近适合的藻类繁殖而形成地衣。

很多地衣对污染，尤其是对二氧化硫污染，高度敏感，因此可用于污染监测。

大型藻类——海藻

海藻分属于藻类植物3个门，根据最明显的外观颜色分为红藻门、褐藻门和绿藻门；绿藻门也包括许多单细胞藻类(见上文)。与单细胞藻类和真菌一样，海藻外形似叶状体，藻体(叶状体)没有明确的根茎之分。巨形藻有耐磨损的叶茎，叶似蕨类叶，稍小的硅海藻长有坚韧的叶状体，而绿藻的叶状体则较柔软。

海藻在南北纬20°－60°之间生长得最为茂盛。大多数海藻更喜欢潮涨与潮落之间(潮间带)的岩石岸坡地带。然而不同群落分布各异，根据海岸线自然状况、基质(岩石、石砾、泥沙等)、潮差、岸坡面，以及海浪作用的不同因素，一些海藻仅生长在潮线下区，在潮线下的巨藻，其株冠像森林一样能延伸10公里(6英里)。而其他海藻仅生长在朔望大潮(最高潮线)偶尔才能溅湿的地方。太平洋巨藻一天能长45厘米(18英寸)，这种长势也许是植物界中长势最快的，能够长到60米(196英尺)的高度。

海藻的生活周期复杂多样，存在单倍体与双倍体(见22页)相互交替的世代交替(见33页)类型。在一些情况下，颜色显著的海藻可能是二倍体的孢子体植物或单倍体的配子体植物(见33页)，二者结构相同。在更多情况下，孢子体与配子体结构非常不同(也是所有高等植物的典型特征)；色彩显著的海藻通常为孢子体植物，而配子体藻类植物则是一种几乎不可见的丝状或薄壳状的海藻。

多数情况下，海藻中配子体植物产生同形或异形配子(性细胞)。异形配子中较大的配子是雌性配子。大多数褐色海藻(包括巨型褐藻和硅海藻)的雌性配子(雌性细胞或卵子)不游动，需提供养料，而形体较小的是雄性配子(游动精子或精子)，受化学信号的吸引游近卵子，与其融合。两种配子融合(受精作用)产生合子。合子通常不需保护而随意飘流到适宜的地方繁殖。减数分裂(新的性细胞形成过程；见22页)如果发生在合子发育前，合子会形成二倍体孢子体。当合子成熟后，产生孢子囊结构，通过减数分裂产生单倍体无性孢子。这些孢子能游动，被排出后在新的地方长成配子体植物。

真　菌

真菌实际上不是植物，而是一个完全不同的界，即真菌界。约1.5亿年前就已出现。真菌没有叶绿素，因而不能进行光合作用。它们必须从其他途径获得生存所需的碳和能量。

大多数真菌群都营寄生生活(见168页)，它们依附在活的动物、植物或其他真菌上。一些营腐生生活，依附在腐败的尸体上。这种腐生菌具有重要的分解作用，有助于生命所需物质的循环(见194—197页)。有些寄生真菌在寄主死后还能继续依附在寄主遗体上营腐生生活，其他真菌和有机体形成共生关系(见169页)：即一些是菌松菌，共生在高等植物根部(例如松柏植物，见39页)，有些真菌与藻类共生形成地衣(见方框)。

虽然一些真菌，如酵母菌，是单细胞结构，但大多数真菌由大量丝状体构成，这些丝状体的聚合体可以产生大量子实体，这是真菌(如伞菌)显著的可见部分。单个丝状体叫做菌丝，大量菌丝叫做菌丝体。虽然在一些真菌中细胞壁像植物一样有纤维素，但在大多数真菌中细胞壁内有几丁质(这种物质也是无脊架昆虫和其他节肢动物的主要物质)。真菌靠孢子繁殖，产生的有性孢子或无性孢子靠风力传播，有时靠水或昆虫传播。

除了黏菌(通常被认为是原生生物，见26页)，真正意义的真菌分属两大门：鞭毛菌门和无鞭毛菌门。有的鞭毛菌是单细胞，有的由没有隔膜的菌丝体构成。此门的孢子基本上是游动的，依水传播。此门包括各种各样的寄生菌，包括致病疫霉，导致马铃薯枯萎病的真菌，它像其他专门寄生的真菌一样，具有专门结构从它的寄主活细胞中吸收营养物。

无鞭毛门有细胞和丝状体两种，进行有性或无性繁殖。无性繁殖，包括芽殖(菌丝体分裂)，特殊结构的孢子囊产生孢子，特殊菌丝(分生孢子梗)末端形成链状分生孢子(见图示)。无鞭毛真菌分4个亚门：接合菌亚门，子囊菌亚门，担子菌亚门和半知菌亚门。

接合菌纲

接合菌纲是接合菌亚门下两纲之一。孢子囊产生无性孢子，在有性繁殖中两种特别菌丝融合形成一个接合孢子，这是一个静止期，接合孢子最后形成贮有许多孢子的孢子囊。发霉面包上的霉菌就是一个接合菌的例子。

子囊菌纲

子囊菌亚门只有一个子囊菌纲。有单细胞和丝状体两种，由减数分裂(见22页)产生的孢子包含在囊或子囊内，称为子囊孢子。单细胞体和丝状体中，有丝分裂(见22页)发生在减数分裂之后，这样每个子囊内包含有8个孢子，它们被猛射出子囊外几厘米的地方。

极小的真菌包括单细胞的酵母菌，在制面包和酿制酒精饮料方面起重要作用。还有丝状体的孢子角质胞囊菌能引起荷兰榆树病。大一些的包括轮层菌属，又叫阿尔弗莱德蛋糕(有一个似球状的黑色子实体)和橙色网孢盘菌(是盘菌的一种)。

担子菌纲

担子菌亚门包括担子菌纲。包括绝大多数的真菌，一般这些真菌被认为是蘑菇和伞菌。此纲也包括极小的植物寄生虫、锈菌和引起谷类黑穗病的担子菌。在大部分的生活史中，菌丝体的每个部分都有两个单倍体的细胞核(见22页)。在子实体中这两个细胞核融合在担子细胞里。通过随后的减数分裂(见22页)产生出四个细胞核，它们移动到担子菌柄上的突起里，形成担子孢子(见图示)。在一个蘑菇里，担子长在菌盖下面的菌褶上。尽管担子孢子被猛烈射出后经过一定的距离，但与相同情况下子囊孢子的运动距离相比还是很短的。担子孢子在下落中必须穿过菌褶表面而不碰到相邻菌褶，才能被菌盖下的空气流带走。

一些口感好的可食性真菌，例如粗糙皮侧耳(平菇)、牡蛎状蘑菇，就属担子菌纲；有一些状如自由帽的蘑菇，能引起幻觉；其他例如鬼笔鹅膏是一种有剧毒的蘑菇。腐木上或落叶上真菌都是很重要的分解者。其他是寄生的，如蜜环菌；有的是菌根菌，寄生在树上从中获得破水化合物，利用树木更有效地吸收土壤中的营养。

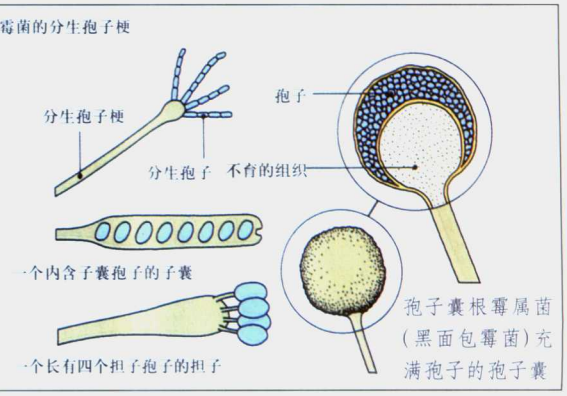
半知菌

真菌的剩余部分都归半知菌亚门，它们没有真正的分类，因为它们不具有性阶段，而性阶段是担子菌和子囊菌的分类基础。此纲包括一些重要植物寄生菌，如黑斑病属(灰霉菌)和轮枝孢菌(维管萎蔫病菌)。

巴布亚新几内亚的蛾子被一种半知菌感染。

普通马勃属担子菌纲，子囊孢子在伞菌中成熟后，薄薄的子囊器上一旦受到哪怕是小如雨点的触击，都会产生类似拉风箱产生的作用——一团孢子就会像股烟似的从菌体顶部的开口处喷射而出。

羽纹小脆柄菇。一种担子菌真菌，貌似古旧营火场地，从这个连根拔起的标本上可清晰看见：担子孢子着生在菌褶上。



孢子囊根霉属菌(黑面包霉菌)充满孢子的孢子囊

孢子植物

虽然海藻已在海洋中茂盛生长了亿万年，但追溯到奥陶纪后期(距今5.1亿—4.38亿年前)，出现了与现代陆生孢子植物类似的孢子植物。到志留纪结束时(距今4.38亿—4.1亿年前)，第一批明确具有维管束的植物(例如石松)已转移到陆地上了。

孢子植物在转移到陆地上之前，大部分土壤缺乏有机物质，因此营养成分含量低。由于缺乏对植物根部的固定和保护作用，表层土壤十分不稳定，水土流失严重，土壤温度差、湿度差显著。而水生植物由于细胞表面进行营养和气体交换，受到水的保护，并不存在以上问题。为了适应陆地生存条件，植物逐渐形成了几种重要的适应性变化。

陆上生活的适应

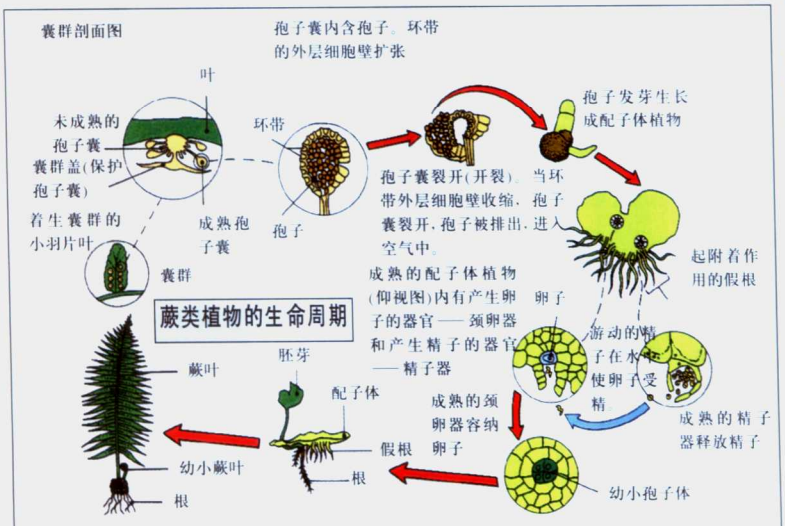
非种子植物靠孢子传播繁殖。孢子花粉素的孢子壁上储存着一种植物世界里最有抵御力的化合物，它能给脱离水后的孢子更多的保护。在孢子的生长时期，幼体需要忍受严酷的陆地环境。当环境干燥时，早期移生陆上的植物完全能采取现在仍被一些苔藓植物使用的策略——休眠。然而一层保护性皮肤——表皮对孢子幼体的保护较之不活动的休眠策略是一种更可取的适应性变化。这种适应性变化主要是靠不可渗透的表皮阻碍植物进行气体交换〔气体交换对呼吸和光合作用(见31—32页)是至关重要的〕。因此较厚的表皮上生有开关可自动调节的孔——气孔(见31页)。

植物覆盖了陆地表面，它们需要增加高度彼此超过对方，以获得自身进行光合作用所需要的阳光；与之适应，要求有更强有力的结构，营养和水也需输送到植物的全身各处。为解决这些问题，植物也出现了不同的相关适应性变化：纤维素细胞壁内储存有木质素，植物细胞壁变得更厚，构成木质部的管细胞也因此得到加强，不皱缩(见31—32页)并输导来自根部的水分和养料向上传递。其他构成韧皮部的细胞，运送植物体内合成的化学物质到植物的各个部位(见32页)。木质部和韧皮部合在一起构成维管组织。具有维管组织是陆生高等植物的共同特征，因此有此特征的植物称为维管植物。根部——具有支撑和营养摄取的重要作用——也逐渐形成了。植株高度的增加，增大了植物受光面积，利用太阳能生产食物的能力因此有了提高。茎上逐渐长出了简单的早期叶子，这些早期叶子仅有一只单一维管(小型叶)，限制了叶片的大小；但是大些的叶子(大形叶)，像蕨类植物的叶子和有花植物的叶子，有广泛维管组织的网络系统(叶脉)。低层植物对光能的争夺不断加强，植物通过木质部结构不断增厚，获得高度的优势。树开始逐渐形成(见31页)。最早的树出现在约3.7亿年前。在约3.2亿年前的石炭纪时期，在大的煤层聚水洼里到处有繁茂生长着的石松和木贼类植物形成的森林，而如今这些植物只是草本植物。

孢子植物的繁殖

对于大多数独立生存的孢子植物而言，其繁殖呈现出一种显著的世代交替现象，即配子体与孢子体世代交替。大多数能独立生存(见33页)的配子体植物有产生卵子和精子的器官：颈卵器和精子器，卵子贮存在配子植物体内，具有鞭毛的精子需要在流水中游到卵子处完成受精作用。合子(受精卵)停留在贮卵器中，生长发育成胚(一种孢子植物幼芽)。与种子植物的胚(见38—43页)不同，无论环境多么不适合，孢子植物的胚不能脱离配子体，而且胚只能依靠来自配子体有限的养料供应来生长。孢子体成熟后，形成孢子囊结构，通过减数分裂(见22页)产生孢子，孢子通过空气传播，一旦着陆于合适的地方，就生长形成配子体植物。大多数情况下，孢子无区别(具同形孢子条件)，但有少数种类可产生两种性别相异的孢子类型(具异形孢子条件)。种子植物很可能是从最初的异性异形孢子进化而成的(见38页)。

苔藓植物如藓类植物等，配子体世代显著，孢子体仅由一个发状根，一个主茎和一个孢蒴组成。孢蒴中产生孢子，孢子体生于配子体上，通过发状根从它的配子体母体中获取营养，因此总是不能完全独立。然而其他孢子植物如地衣、石松、木贼等，孢子体世代显著。产生孢子的器官——孢子囊长在叶上，配子体独立，大多数能进行光合作用。但它们体小，无角质层和输导组织，生长环境局限在潮湿的地方，极易被落叶层或其

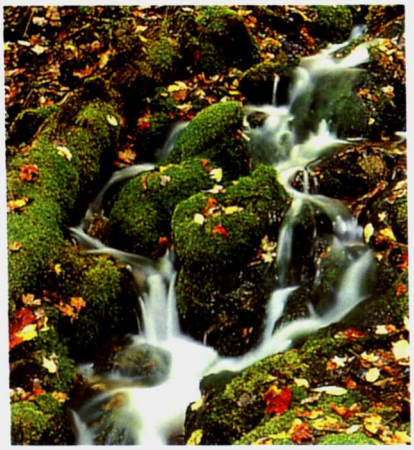


成熟孢子体植物孢子囊(产生孢子的器官)成群生长在叶子背面，称做囊群。

孢子体幼体一旦能进行光合作用，并扎根于土壤中，孢子体不再依赖配子体获得营养。配子体随即开始分裂。

合子(受精卵)发育成孢子体胚芽，胚芽停留在配子体植物颈卵器里。

参见
· 植物 30页
· 植物的功能 31页
· 藻类植物 34页
· 松柏类及其近缘 38页



像所有的孢子植物一样，蕨类要求潮湿的条件来完成它们的生命周期。流水的存在对精子游动与卵子结合起到必要的作用。

蕨类植物分类

树蕨，高达25米(82英尺)。树干不分枝，顶端叶簇生，呈冠状。树干内没有木质，而依靠木质素加固的纤维，宿存的叶茎和不定根来加强树干结构，起支撑作用。树蕨常生长在阴湿的热带和亚热带森林中的河流两岸。

附生蕨，附生在其他植物上(这些植物常为树木)而不具破坏性。鸟巢蕨叶子大而闪亮，呈莲花形排列，莲座形基部内可贮存从树冠上掉落的水和残叶以作备用。鸟巢蕨也用一些自己的死叶积存水份，贮存在莲座基部内。

攀缘蕨，如水龙骨属植物，用匍匐根状茎攀缘在树干上，而海金沙属却借助一种通过缠绕所接触物体而不断生长的树叶来攀缘。

水蕨，生长于水面，自由飘浮，叶面有一层特殊蜡衣结构，可防被覆没。与一种固氮藻青菌共生，可作一种绿色肥料使用。

膜蕨，叶精巧，由单层细胞构成，在湿润的森林中，营附生生活。即使短暂地暴露于阳光下，穿透树冠的光线对它也是致命的。

合囊蕨，植物界中一种巨叶植物，长达7米(23英尺)，巨大的叶柄粗如成年人小臂，用以支持合囊蕨的巨型结构。

他植物淹没。为了避免这种情况的发生，有些植物如须状地衣，配子体生长在地下，然而它们却要依靠真菌，与其共生，因此生长环境还是局限在真菌生长的地方。

苔藓植物——藓类、叶苔和角苔

苔藓植物门包括三个纲：藓纲、苔纲、角苔纲。此门植物虽然形体小，但在结构和习性方面却表现各异。绝大多数是叶状，仅有一个细胞厚度，因此极易干萎。水分运输主要来自外部；依赖毛细管，在叶与茎的空隙间产生毛细现象；一些较大的藓类植物则依赖近似于维管植物中维管的运输组织来运送水分。苔藓植物无根，只靠纤细的发状结构(假根)起固定作用。

藓纲植物都呈叶状，有的直立，形成丛生状或垫状；有的匍匐生长形成薄薄的一层。大多数生活在潮湿的环境里，少数生长在无遮蔽易干燥的地方。后者在生理上具有一种适应性结构，使植物在经过雨雾润湿后很快恢复光合作用的能力。藓类植物的孢子体在几个月生长期的最初阶段经常进行光合作用。大多数的孢蒴生有由齿状物环绕的开口，这些蒴齿对湿度变化很敏感。当外界环境干燥时，开口开放，当环境湿度大时关闭开口。这样孢蒴并不是一次把所有的孢子都散放出去，而是待孢子生长的最适条件具备时才排放孢子。排放出的孢子开始生长产生分拔绿色丝状体，上端有芽，萌发长成藓类植物幼体，从而促进群落发展。

与藓类不同，一些叶苔像海藻(见34页)一样呈叶状体，扁平没有叶子。大多数叶苔叶状体排成二三排而不像藓类的叶呈螺旋形排列。大多叶苔匍匐生长，像被压平在一个平面上。与藓类形成对照，叶苔的孢子体生长快，并不进行光合作用。借助散布于孢子体内对湿度敏感的细胞排出孢子。

角苔得名于孢子体特有的长筒状孢蒴。角苔孢子体基部植根于叶状配子体中，并从中不断吸收养料生长。

须蕨类

须蕨植物有两属，是一种热带至暖温带草本植物，大多属附生植物，它们附生在其他植物之上并不对其产生破坏作用。短小的气生茎具有维管组织和小型叶。这些附生植物生有类似苔藓植物的假根，起吸收和固定作用，并借匍匐茎在与真菌共生中摄取营养。一些叶上生有可分裂的孢子囊。

石松类

石松是有维管的草本植物，一般体小，有根，分布广泛，种类各异。叶小，一些叶上生有孢子囊，常集聚枝顶形成孢子叶球。

石松植物主要分成3个属：水韭属(水韭)，叶细长，簇生冠状，茎直立很短，外形似一簇灯心草，主要生活在潮湿地带。石松属和卷柏属，俗称石松，它们的繁殖规律特点显著，后者产生孢子，石松属外形似蕨类，叶细小，密生于短茎上。卷柏属一些种类分枝多，蔓生而覆盖大片面积，很像蕨类植物的巨大叶子。

木贼——楔叶类

楔叶类只有一属——木贼属，15种，主要生长在温带。草本植物，茎具节，节中空，小型叶和气生枝生长在茎上。大多数木贼形小，但一种生于热带的种高达8米(26英尺)。需小部分的地下根状茎就能再生，能扎入土壤下数米，甚至可钻入沥青碎石和混凝土中，是一种致命的杂草。孢子囊专门着生在主茎尖端处，以孢生方式团集成锥状孢子叶球。

蕨　类

组成蕨类植物的蕨长有巨形叶，这一点有别于其他孢子植物，这些叶上密布着复杂的由输导纤维构成的网络。孢子囊群生在叶背上称为孢子堆，由孢子囊膜(见插图)结构保护。在更高级的蕨类植物中，孢子囊壁内进化出一种细胞(菌环)，把孢子抛入空气流中。蕨类植物有9000多种，具维管束孢子植物中有约90%是蕨类。

如今的木贼属植物一般小形，但在距今3.55亿年前的石炭纪，它们已灭绝的亲缘植物高达30米(100英尺)。石松也长得像树一样。它们生长在大片的成煤沼泽里。

松柏类及其近缘

松柏类植物及其同类以及有花植物与孢子植物(见36页)不同，它们产生种子而不是孢子，通过种子传播繁殖。种子植物较孢子植物有以下几个优势：能更加有效地传播物种，增加物种种类；当亲本遭遇灾变或不能持久生存时，种子植物脱离母体后能确保存活下来。

种子植物(有时指产生种子的植物)通常分为五类：苏铁、银杏、松柏、买麻藤(买麻藤属，千岁兰和麻黄)和木兰类或有花植物(见40—47页)。前四类属于裸子植物，其共同特征是产生裸露的种子，这些种子没有子房包被。相反，有花植物——被子植物——种子包被在子房内，由特别突起(柱头)承受花粉(见40页)。然而不同的裸子植物区别很大，根据对进化谱系的分析表明，只有银杏和松柏植物共有一个祖先，而另两类都是独立进化生成的。

种子的进化和生活规律

大多数孢子植物是同形孢子植物——仅产生一种孢子；有少数则是异形孢子植物，即产生雌雄两种孢子，异形孢子分布广泛，这一特征有助于早期陆生植物逐渐发展进化，产生胚珠(受精后，发育成熟形成种子)。

异形孢子植物，形状较大的孢子(大孢子)内含卵子，形状较小的孢子(小孢子)内含精子。大孢子裂开，雌性性器官露出，当小孢子裂开时，释放出精子，精子在水中游动，游向颈卵器因为大小孢子距离未必很近，所以受精只会是偶尔发生。受精卵在大孢子壁内生长，受大孢子保护，并从中获取一些植物幼体或胚生长发育所需的养料。

具异形孢子的植物发展到种子植物时期，在几方面有了进一步的进化，关键的是，种子植物的大孢子留在亲本上，而小孢子(花粉颗粒)通过风或动物，主要是昆虫(有花植物传粉的主要方式)传粉(见42页)。种子与孢子两者重要的区别在于：种子植物亲本为卵子和幼体的生长发育提供所需的营养、水和保护；同样重要的是，受精作用不再需要有水的条件。

从结构和功能上看，种子植物的雌性器官不同于孢子植物的雌性器官。胚珠里的大孢子包在珠心里(一种没有开口的孢子囊，见36—37页)，珠心外又包一层组织——珠被(松柏植物及其同类有一层珠被，有花植物有两层珠被)。在种皮裂片接合处长有另一结构——珠孔。花粉(或花粉管)通过珠孔进入珠心。珠被发展进化成种皮，在种子传播过程中起到至关重要的保护作用。

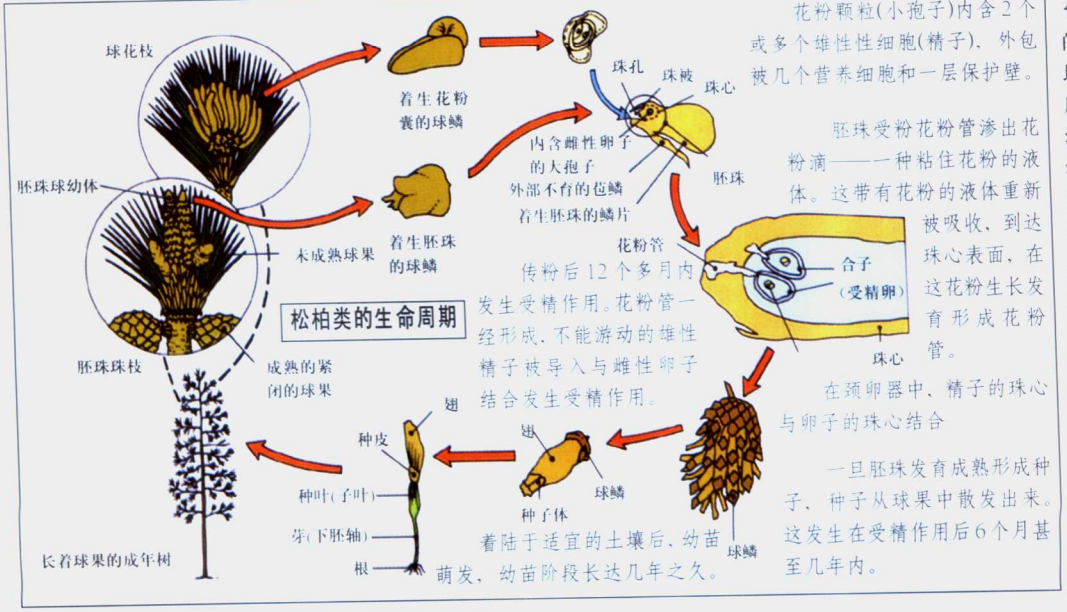
种子植物的小孢子(花粉颗粒)也发生了变化，只生有一些具有保护壁的营养细胞和两个或多个雄性细胞，这样最大程度地减少了花粉数量(有花植物的花粉可减少到绝对最少限度)，使得雄性配子能容易安全地进入大孢子，与卵子结合。

现存的早期种子植物，如铁树、银杏，珠心组织分泌出一种液体物质，花粉管裂开释放出有鞭毛的精子，在液体中游动与卵子结合。受精过程仍具有早期孢子植物的特征。而其他所有的种子植物的传粉作用是促进花粉管生长并伸长穿过珠心，将不能活动的精子导入卵子，经过传粉和受精，胚珠发育成种子。

胚珠和种子的进化没能像随后的有花植物的进化(见40页)那样快速地改变陆地景观。近1亿年来种子植物一直从属于孢子植物，直至二叠纪时(距今3亿—2.5亿年前)，干燥气候的出现，威胁到依赖水完成性周期的孢子植物，这时种子植物才开始在陆地上占据优势。

苏铁类

苏铁类植物现有11属，有限地分布在热带和亚热带，只有苏铁属和泽米属分布得较广泛。前者分布在从非洲到亚洲的日本直至澳洲的广大地区，后者生活在美洲。苏铁属植物最早出现在2.7亿年前，在中生代时期(距今2.5亿年前)，苏铁和它现已绝迹的



苏铁一般散生，但在澳大利亚东部，苏铁属稠密地生长在桉树属植物构成的森林中的下层。苏铁具有许多独有的特点：生有已知最大的精子，细胞直径达0.3毫米。苏铁含有化学物质——苏铁素。叶中的苏铁素对牛有害。

亲缘植物在陆生植物中占优势。到1亿年前，有花植物出现后，极大削弱了这一优势。

苏铁属植物外观像小棕榈树，茎短，一种澳大利亚特有的苏铁，高达18米(60英尺)，其他的树一般高达10米(33英尺)或10米以上。树干上常密被宿存木质叶基，主干顶部丛生大型羽状复叶。通常散生在森林的下层林木中或构成森林的地表植被。

苏铁雌雄异株，即雌雄生殖器官位于不同的植株上，鳞叶内生有粉囊和胚珠，常聚生成锥形，主要是风媒传粉，有些是虫媒传粉。种子形大，具有充足的营养贮备，可食性肉质种皮，能吸引动物散播种子(见43页)。

银　杏

银杏类从前分布广，种类多，现在有代表性的一种银杏，仅限在中国东部小面积地区野生生长。与苏铁一样，银杏也是雌雄异株。常见于庭院的是雄株。雌株由于肉质种皮产生的臭味不适于庭院栽种。

银杏高大，分枝多，区别于相近的松柏植物。叶扇形，有长短枝。短枝上生有生殖结构。胚珠着生在长梗状结构上，花粉囊着生在呈柔荑花序状鳞片上。受粉后，胚珠继续在亲本上生长，成熟后形大。胚珠脱落后发生受精作用。

松柏类

松柏类植物最初出现在距今3亿多年前的石炭纪的成煤时期。除了有花植物，松柏植物是现存分布最广、种类最多的种子植物群。分6—9科，约有50属500种之多。

大多数松柏类植物属大型林木，生有典型针状叶，有单根维管束。此类植物中的乔木和灌木的木质部(见31—33页)受到木质素加固形成木质。木质受到树皮的隔离和保护。此类植物大多数经新陈代谢产生出多余的产品——天然树脂。

生殖结构集生在球果里。在成熟的雌球果里，有成对的薄鳞片或木质鳞片，外层构成不发育的苞鳞，内层构成生有胚珠的珠鳞。雄球果里花粉囊生在球果鳞片下面。此类植物多数生活周期长，其间有几次静止期。从传粉到受精历经1年多时间。从球果发育到种子成熟脱落又要经历5年。因此任何特定时间在松柏树上常能找到不同年龄的球果。幼苗成长期长达若干年。松柏植物生活周期长说明了世界上很多地方有花植物已淘汰了松柏植物的部分原因。

在北半球，松柏植物构成了北美大陆、亚欧大陆(见208页)北部高纬度地区森林的主要部分。北半球森林中绝大多数为松科家族成员，包括落叶松属、云杉属、冷杉属、黄杉属、铁杉属。这些高纬度地区生长期短，太阳入射角小，风大严寒，冻土，降雪，营养循环缓慢。在低纬度高海拔地区存在类似的生长条件，也生长着松柏植物占优势的森林。

松柏植物具有适应性变化，能在严酷的生长条件下生存下来：树冠锥形，不易积雪，同时尽可能吸收光照。为了对付严寒和强风造成的干旱，长有抗旱性结构的针状叶——叶表厚，叶面积与体积比值小，多数叶常绿，一旦条件适应，能迅速进行光合作用，但在冬季，蜡质封合叶面气孔并保护叶子，同时细胞囊产生化学变化来降低冰点。松柏生长的北部地区，下层土是永冻土，因此它们根扎得浅。严酷的生存条件减少了松柏可利用的动物数量，因此主要依靠风来传粉播种。营养循环则借助于长在根部的共生真菌或定期性的森林火灾完成。有些松柏生有坚韧的树皮和球果，特别适应森林火灾。火灾过后，球果便裂开扩散种子。

在南半球适当纬度上没有大块陆地，因此南半球没有广阔的松柏植物形成的森林，只有两科松柏植物：南洋杉科(贝壳杉和智利南美杉)和罗汉松科。在主要由有花植物构成的森林中，这些松柏植物常是“树高于众”。一些松柏仅在有限的一些地区占有优势。它们的叶子比典型的松科植物的叶子宽，抗旱性差。贝壳杉高达75米(250英尺)，干围达23米(75英尺)，曾一度占据了新西兰北岛北部大部分地区，但很多已被砍伐。智利南美杉原产于智利、阿根廷，被用作庭院树大面积种植。罗汉松分布在澳大利亚、非洲、南美洲，有乔木和灌木共125种以上。

松柏植物不都是高纬度或高海拔植物。红杉科的两个成员就生长在湿地或沼泽地区。它们是来自佛罗里达沼泽地的沼泽柏(落羽杉属)和来自中国的水松属植物。距今6000万—1000万年前，这些原始的松柏亲缘植物是沼泽植被的重要组成部分。从这个时期开始贮存的大部分褐煤是由它们形成的。

买麻藤类

买麻藤植物现存3属，适应与众不同的生活环境。虽然彼此外观十分不同，却在生殖生物学和解剖学方面具有统一的特征。它们与有花植物有一些共性，尤其是生殖器官中的花形结构——表明了买麻藤科植物是有花植物现存最近的亲缘植物。买麻藤植物在距今2.5亿—2.05亿年前的三叠纪时期就已出现，但仅有3个属在与有花植物的竞争中存活下来。

35种买麻藤植物中大多是热带的藤本植物，称为小乔木。宽叶，一些植物的种子在东南亚地区是重要的食物来源。千岁兰属仅包括一种植物——是西南非，尤其是纳米比沙漠(见插图)所特有的一种形状奇特的沙漠植物。麻黄属植物包括35种具有抗旱性结构的多分枝的灌木，茎绿色能进行光合作用，轮生叶变小成鳞片状。这些植物生长在地中海地区以及美国和中国热带以外的干旱地区。麻黄属植物含有生物碱麻黄素，可用来治疗哮喘病，还有收缩血管的作用。

参见

- 地球的年龄　4页
- 遗传学　22页
- 植物　30页
- 植物的功能　31页
- 孢子植物　36页
- 有花植物的出现　40页
- 北方森林　208页

生长在纳米比沙漠的千岁兰，与外观不符的是它仅有两片叶子。但是随着不断地生长，植株仅有最初生长的2米(6.5英尺)是完整的，其余约4米(13英尺)变得像被撕碎了一样。植株个体能达2000年的年龄。

有花植物的出现

2亿年前形成的化石表明：某些种子植物——买麻藤(见39页)和已绝迹的本内苏铁——在有花植物出现以前，很早就进化形成了花形结构的生殖器官。与风媒传粉的松柏植物和依赖水繁殖的孢子植物(见36页)相对照，一些买麻藤植物和一些苏铁植物(见38页)也利用动物(特别是昆虫)传粉——这是有花植物(见42页)独有的特点。

裸子植物(见38页)与有花植物(被子植物，木兰类)的生殖器官有着根本的不同，但就可能的进化途径而言，生殖器官结构的相似性意义重大。所有种子植物中99%以上的是有花植物。有花植物的花品种多样，数量丰富，由此可以认为花是植物具有的最成功的进化，原因不仅在于具有花的结构或能利用动物传粉方面，并且在于生殖器官本身也具有了一些独一无二的特点。进化成功的另一个原因是：与松柏植物和其他裸子植物(见39页)的生活史相比，有花植物的生活史缩短。

早期有花植物

有花植物的出现最早要追溯到距今约1.18亿年前的白垩纪早期。最早的花粉颗粒化石表明有些花粉颗粒已近似于木兰亚纲的某些植物的花粉(木兰等见分类方框，见45页)。这些早期有花植物的花粉颗粒仅占花粉和孢子总数的1%。因为一株有花植物个体就包含着成百上千万的花粉颗粒，所以这些早期有花植物很可能是稀有的。然而，经历2000万年的进化，有花植物的花粉已占花粉与孢子总数的70%。在这一时期，花粉有了多种变化：有的近似于金缕梅科植物(如金缕梅)的花粉。后来很快地，又近似于蔷薇亚纲(如蔷薇)和五桠亚纲(如紫罗兰，报春花)植物的花粉。

由于没有找到有花植物最古老的花粉化石，作出早期有花植物稀有的假设就不足为奇了。花，这种娇嫩的复合结构，很少能留存下化石。但是近年来出现了许多令人兴奋的发现，提供了大量证据证明在距今约9500万—8500万年前的白垩纪中期(见插图)出现了花的多样性变化。花遭受野火变成炭，几乎无杂质，有惰性，能抵御随后的分解作用，形成了这些花的化石。许多现代花型在那个时期已经出现，但直至白垩纪第三纪(距今约6500万年前)其他花型才随着有花植物第二次多样化的产生而出现。

化石明确地证明了有花植物最初在低纬度地区进化形成，随后扩展到较高纬度地区。这些早期有花植物表现为小型木本或草本植物，它们喜生长在有干扰的环境，如小溪旁和旷野上。它们占据这些地方如同杂草长满开阔地一样。它们繁殖得比裸子植物快，先于裸子植物转移到这种常受干扰的生长环境。这样在对光和养料的争夺中，有花植物战胜了裸子植物。最早有关有花植物高度的记录要追溯到距今7000万年前。直到白垩纪第三纪时有花植物才形成了茂密的森林，类似于现代生物群落区的生物生态群落区开始形成。

花的结构和功能

有花植物真正完整的花包括4个器官系列，连续排列在生殖茎轴或花托上。从底部到顶部分别是萼片、花瓣、雄蕊和心

花的化石

早期花化石表明，在距今大约9500万—8500万年前，出现了不同花型。这一时期花一般都很规则，花形小。一种近似现代木兰的花花形大(图2)，并且有无数自由器官，这是罕见的。其他花自由器官数量减少(图3，图4)或部分自由器官发生融合。图3，图4是单性花(一朵花上仅有一种性器官：雄性或雌性)，利用风和昆虫传粉。其他的都是两性花。

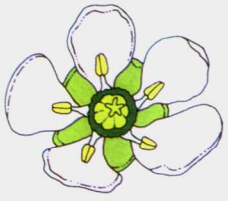


图1：蔷薇亚纲(蔷薇等)

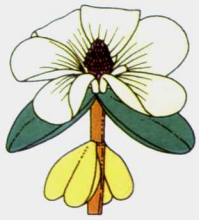


图2：木兰亚纲(木兰等)

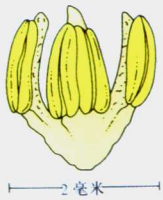


图3：木兰亚纲金粟兰科

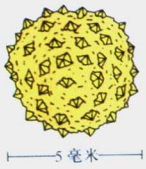


图4：金缕梅亚纲，悬铃木科(悬铃木)。这是一个花序，是由无数小花组成的花球。

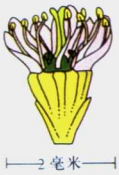


图5：金缕梅亚纲，胡桃目(核桃，山核桃等)

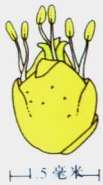
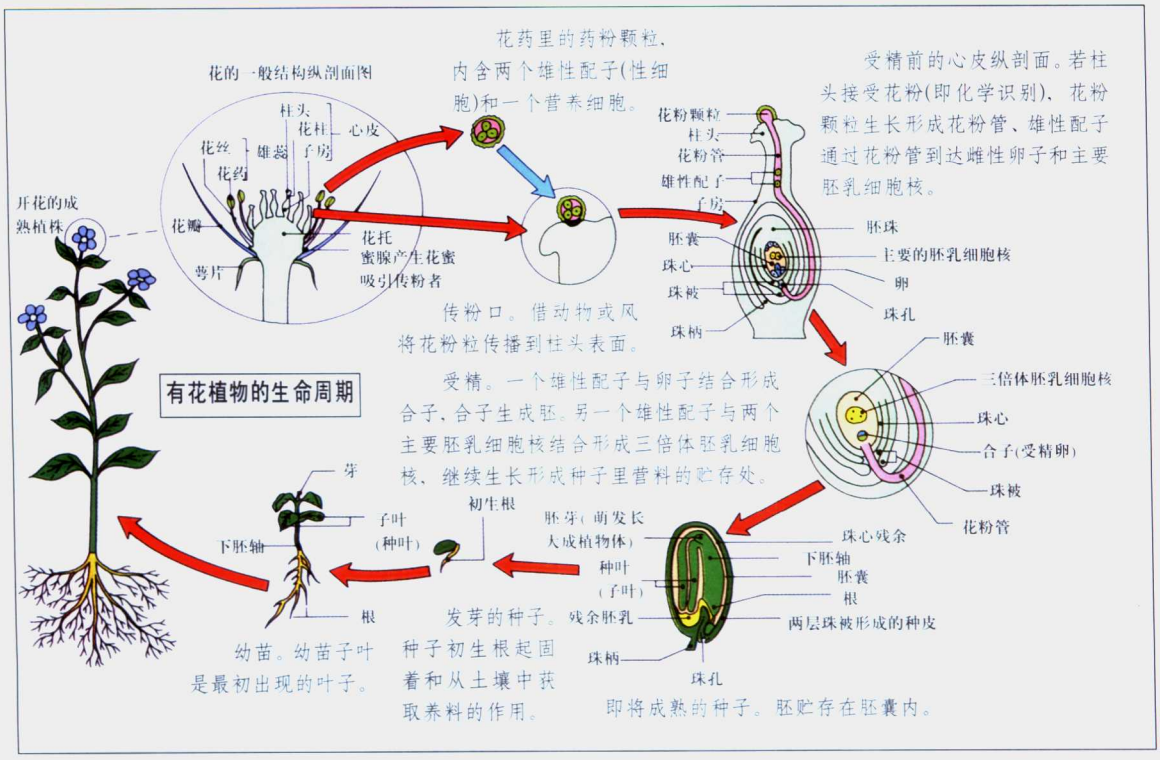


图6：金缕梅亚纲，胡桃目(核桃，山核桃等)

图7：蔷薇亚纲，虎耳草目(虎耳草等)



皮。有2种排列方式：一种按连续的螺旋状排列(如木兰属植物的花)，有时各个器官之间存在一系列渐进的变化：如睡莲花器官排列为萼片、花瓣和雄蕊。另一种是独特的不连续的轮状排列，每轮花器官常常合生(如石楠属植物、野芝麻和报春花属植物)。

虽然进行着不断的变化，有花植物花的这4个器官的基本结构和功能是相同的。

花的萼片通常形小，坚韧，呈绿色，起保护作用，尤其在花蕾阶段，萼片包裹着未开的花朵。随后在开花期，帮助成熟的胚珠免受食草食花蜜者从下部对花的侵害。

花瓣通常形大，柔嫩，色彩缤纷，起到招引作用，吸引传粉者的注意(见42页)。

雄蕊由花丝(或柄)和花丝上的花药构成。花药里有花粉囊，它们的作用是产生花粉并在时间地点合适时释放出花粉。花粉里有雄性配子(雄性细胞)。

心皮由花柱和柱头包裹着的子房构成。柱头表面专门识别并承受花粉。花柱把柱头置于花内适当的位置，来承接风媒或动物传来的花粉。子房包括一个或多个胚珠，每个胚珠内藏一个雌性配子(卵细胞或卵)。子房保护胚珠以及随后发育生长的种子，因此子房壁逐渐变化发育成果皮而与种子共同形成果实。果实对于种子传播具有重要作用(见43页)。

有花植物独有的特点

有花植物的花独有两个显著的外部特点：第一个是出现了含有胚珠的心皮，这是裸子植物(松柏植物及其近缘，见38页)和被子植物(有花植物)关键的区别。第二个独一无二的特点是心皮上出现接纳花粉的柱头表面。这两个特点结合起来可控制花粉形成和后来的受精作用。

在花粉管生长前，柱头一定要承接住(即用化学方法识别)花粉。花粉管穿过心皮组织，到达胚珠，被释放的雄性配子出来和卵子完成受精作用。这种控制意味着避免了自花受精，提高甚至加强了异花受精或远缘繁殖的能力，植物后代的多样性和合理性也提高了。花和果实的这些特点形成了动物与有花植物之间在传粉和种子传播方面多种相互作用方式(见42—43页)。

除了这两个显著的外部特点，有花植物内部组织还具有两个独特的方面。裸子植物孢子体阶段与配子体阶段的世代交替根本不显著。但有花植物的雌雄配子数大量减少，花粉粒(雄性配子体)仅含2个配子和1个营养细胞，而胚囊(雌性配子体)一般仅含8个细胞。这种极少的配子数最大程度上减少了生成配子体所需能量，避免了因受精失败而造成的能量浪费。第二个独有的内部特点是：在有花植物胚珠内的双受精作用，一个雄性配子与胚囊里的卵子融合形成受精卵，受精卵发育成新的小孢子体植物(胚)，另一个雄性配子与两个胚囊里的细胞核形成三倍体胚乳细胞核，在种子中贮藏营养物质，受精后两个极核发育成胚乳供种子萌发时使用。与此相对照，其他种子植物在受精作用之前贮存营养，可能会造成浪费。此外，贮存的营养物质存在时间较短，因而不太易于被动物采食。有些果实在成熟前很坚韧，有的肉质果实常含有毒素。在生长过程中这些果实自身的保护作用进一步避免了浪费。当果实成熟到适于传播时，通常会发生颜色改变(如由绿变红，见43页)以此给果实传播者发出信号。

参见

- 地球的年龄 4页
- 遗传学 22页
- 植物 30页
- 植物的功能 31页
- 松柏类及其近缘 38页
- 传粉和种子传播 42页
- 有花植物的多样性 44页
- 生态系统 200—221页

传粉和种子传播

有花植物结构差异大，分布范围广，生活环境各异。虽不能移动，但这丝毫不影响它们进化的成功：通过根部吸收水分和矿物质，通过叶子进行光合作用(见31页)产生供给能量的糖。然而谈到有花植物的生殖过程，传粉是必不可少的。种子也一定要传播到有利生长的环境中。

植物利用风、水和动物传粉、传播种子。在一些情况下，动植物的这种相互联系使它们彼此受益，一起进化。

传　粉

多数有花植物的有性繁殖依靠把花药(雄性器官)中的花粉成功传送到柱头(雌性器官)上这一过程(见40页)。大多数花雌雄同株，传粉不存在问题。然而即使一些花能进行自然的自花传粉，但是异花传粉却有一种遗传上的优势：可保持甚至提高种群活力。

一些植物自身具有一种遗传上的不相容系统，避免花粉传到同种花或亲缘植物花的柱头上。考克斯的橘苹果就是个有名的例子，它要求传异种苹果花的花粉。其他植物体具有减少自花传粉机会的机制：如花药和柱头成熟时间不同。雌雄异株植物绝对不能进行自花传粉，如柳树和山靛。

动物传粉

依赖动物传粉的花首先需要“宣传它的产品”。为了达到这一目的，许多花惹人注目，也有香气。一些花具有色彩鲜艳的大型花瓣或萼片(或兼有)。色彩鲜艳的叶子也有助于吸引动物，起到了花的作用。其他的花具有花序——大量小花簇集在一起。花的颜色与传粉动物的色彩视觉相关。鸟类能分辨红色，所以红色是鸟媒传粉植物花的共同色。西番莲花有红色总状花序(见插图)。从另一方面说，蜜蜂不辨红色但对紫外线敏感，靠蜜蜂传粉的同属(西番莲属)的花是紫色的。红色罂粟花反射紫外线所以也吸引蜜蜂。花瓣上常有被称作“花蜜向导”的点线来指引传粉者深入蜜源。甚至单色花也有“花蜜向导”。人类虽看不见，但对有紫外光视觉的蜜蜂却是可见的。

花不但要做广告，还要提供酬劳或做出给酬劳的“许诺”。最平常的酬劳是一份富有蛋白质的花粉和甜甜的液体——花蜂蜜(用来吸收传粉者产生兴趣)。一些植物，例如排草属植物黄连花，提供油作为酬劳；无花果提供给传粉者养育幼体的地方。在一些情况下，传粉者也会受骗，因为许诺并没有兑现。不产花蜜(如兰花，兰树属)的花会模仿产蜜的花。这种兰花颜色近似于另一种称为马缨丹的花。类似仙人掌的豹皮花属植物和大型热带大花草属植物的花(见201页)与胡萝卜的花有近似的花型和气味，果蝇会受到吸引在上面产卵。一些植物利用雄性昆虫强烈的性欲望，如锤兰的花，外形和颜色酷似雌性昆虫，甚至能产生适当的荷尔蒙来吸引雄性昆虫。

传粉者所传的花粉必须是同类植物的花粉。这样才能保证传粉的成功。这说明了花的外观结构差异之所以那么大的部分原因。有些花如罂粟花开得十分充分，甲虫和果蝇能很容易地享受到丰富的花粉(见插图)。有的花能提供只有某些动物才能得到的“酬劳”——花蜜。如蜜蜂能探进花内去采蜜，它会连续地采特定一种花的蜜，这有助于传粉。同时从同类花上收获花蜜也提高了花蜜采集的效率。花冠管长或花距长的花，适于利用长喙昆虫如蛾和蝴蝶传粉。

风媒传粉

借助风来传粉的花自然不需“耗神”来吸引和酬劳传粉

不同的传粉方式

左图　榛树上松散悬挂的雄柔荑花序产生花粉，随时待风传播。雌花红色有粘性的柱头能粘住一些花粉。

中上图　西番莲花红色—鸟类能识别的颜色。它的花药和花柱生长位置适宜把花粉散在寻蜜的蜂鸟体上，通过蜂鸟传粉。有些适于鸟媒传粉(值得注意的是蜂鸟)或蝙蝠传粉，甚至利用不会飞的哺乳动物如蜜负鼠来传粉。

中下图　罂粟有开得很大的碗形花，产生大量可供各种传粉者利用的花粉。蝇正在“饱餐”花粉。

右图　与上述形成鲜明对照的是罗氏滑兰专门依赖食蚜蝇这一种昆虫传粉。此花中部盖满白色短毛，类似蚜虫卵。食蚜蝇受到吸引前来捕食并在此花中产卵。这样它不断地落进兰花中部下面的短枝里。短枝很滑，食蚜蝇只能沿着短毛爬到柱头和花药下面。当擦过这些部位时，它收集到新鲜的花粉，也留下了前一次类似经历中携带的花粉。

的动物。然而它们必须产生大量花粉满足风媒传播的需要。这样才能确保暴露在空气中有粘着力的柱头会粘住同类植物的花粉(见插图)。风媒传粉虽很“冒险”，但很成功，这是显而易见的。不少的桦树种子是由于成功传粉形成的，桦树花粉在窗扉和阁楼上随处可见。

禾草也是风媒植物。花药悬挂在长出花外的花丝上。花药裂开，风把花粉传播到同种植物的羽状柱头上固着。不幸的是禾草与有些风媒植物的花粉也被人吸入，粘在鼻粘膜上造成枯草热病。

借风、水传播种子

与传粉一样，植物种子传播也靠风、水和动物。种子里含有胚(孢子体植物幼体，见33页)，大多也贮存营养维持幼体早期生长所需。因此与花粉颗粒相比，甚至最小的种子也是沉甸甸的。

借风传播的种子，形状和表面纹路有了适应性变化，有助于降低下落速度，增加被风传播的机会。种子、果实或花上不同的部位逐渐形成薄如纸的翅和细毛，这些特点也利于种子的传播。“老人须”的毛状附着器是由心皮上的花柱形成的，而柳叶菜的毛状附着器是由种皮表面(见插图)形成的。有的种皮上的毛有益于人类，如人们从棉花籽上收获棉花。枫树和桦树的种翅由心皮形成，椴树上的种翅由花的苞片构成。

最小的种子仅比尘埃颗粒大，重仅几微克。如石楠花和兰花的种子，借风虽很易传播，但还需产生大量种子。由于它们有很少或没有营养贮存，所以必须与真菌形成共生关系来获得养料满足种子生长的需要。许多种子着陆的地方缺少合适的真菌，使传种失败。这种情况也造成了栽培困难。为达到商业和资源保护的目的，组培法就显得尤为重要了。因为这种方法不用种子就能从亲本上培养出新的植株。

与小若尘埃的种子相比，塞舌尔或双椰树的种子就是“巨人”(见插图)。这类大种子成熟后就落在地面。椰子这种可食性种子，通过在海面漂流传播，纤维状外种皮阻挡盐水的浸入，并具有透气性，产生浮力。这样的例子说明种子界一个重要现象：最小的种子具有最大的传播潜力，但是能继续萌发生长的机会却很小；形体最大的种子，传播潜力有限，但因胚发达，营养贮存充分，种子萌发生长的机会却很大。广而言之，较小的种子是典型的先锋性植物的种子(即所谓r—对策种)，如那些我们花园里生长的杂草的种子，这种植物适宜在竞争有限的开阔地方生长。具有较大种子的顶极植物(即所谓k—对策种)，如森林中的乔木，共生存环境已被充分占领。

动物传播种子

种子大小的差异也影响动物传播种子。外部传播，即利用动物的毛、足、喙传种。内部传播，即种子在动物内脏里，以粪便的形式排出。大种子，由与之相称的大动物传播。附着在动物身上的种子有钩状或针刺状的结构，或可渗出粘性物质。但最终完成传种一般都要依靠有与动物接触的机会。

另一方面，种子由动物体内传播，必须提供酬劳回报传种的动物。这种酬劳往往是香甜且富有营养的肉质组织，可供给动物能量。果实成熟时，气味芳香诱人，颜色亮丽。花的所有部分都能生长发育成果实，菠萝是一个花序或由整族花生成的，玫瑰果是由花萼形成的，草莓和无花果是由花托形成的，番茄、葡萄和李子则是心皮壁形成的。

果实里种子的大小数量，因其特有的传播方式不同而各有差异。番茄和醋栗等浆果，内含许多小粒种子。经灵长目动物如人食用，其中的小粒种子被排出体外，仍能生长发育(污水灌溉田里长出的番茄就是一个例证)。因此浆果种子可由粪便传播。相反的，梨、樱桃和李子等核果内含一个或几个相对较大的种子(果核)，外种皮坚硬，起保护作用。吞食李子核是很不舒服的，动物总是采摘李子，在安全的地方吃掉肉质部分，丢掉果核。这样确保了果核的传播。小哺乳动物不适宜传播浆果和核果，因为它很可能会踩碎弄死番茄种子或根本不把李子从亲本上摘下来。

植物也利用动物贮藏食物的习性，不论食物是否缺乏，松鼠和橿鸟都要埋藏坚果，如榛子。坚果没有果肉，但果仁却贮存了充足的养料，可食用。一旦食用，也就损伤了种子。另一方面，若暂不需食用种子，或忘记了埋放的地点，种子就能在新的适宜生长的环境下萌发。传种动物采食种子获取能量，种子又借传种动物得以萌发生长。传种动物与种子之间这种不断的妥协使双方不断地在不同时期获益。

参见

- 植物生理学 31—33页
- 有花植物的出现 40页
- 有花植物的多样性 44—47页

巨大的塞舌尔或双椰树种子(上图)是所有种子中形体最大的，重达18千克(40磅)。据说它靠重力传播，即成熟后直接从树上掉落到地面上。

夹竹桃柳叶菜(右上图)的成熟李子状种子，待风将其吹离亲本传播出去。这些种子适宜在火烧过的开阔地上生长，因此有个别名叫柳兰。

肉质野蔷薇果实，色彩亮丽，内含蔷薇种子(右下图)。通过鸟采食过程中散落的蔷薇果实，以及鸟排出的含有蔷薇种子的粪便，蔷薇种子得以传播。

无花果和榕小蜂

小无花果梨形，中空结构，花极小，多数雌雄小花生于花托内壁。仅在花托一端有一个小出口(顶点)。雌性榕小蜂可通过小口钻进花托里，起到传粉的作用。当雌花成熟时，榕小蜂停落在毯状柱头上传粉，同时也在子房里产卵。子房的花柱必须短于雌蜂的产卵器，因此花柱长的花产生种子，花柱短的花形成瘿花。其子房内被榕小蜂的幼蛹所盘据，能生成新一代的榕小蜂。无翅的雄蜂最先破蛹而出，用它们有力的上颚咬出一条路通向雌性幼蜂，在瘿花里与之交配，随后雄蜂们一起咬出一条穿透无花果花托壁的通道，离开无花果进到外面的世界。等到雌蜂出现时，雄花成熟了，雌蜂收集花粉，借它们配偶(雄蜂)留下的通道离开无花果，另寻其他小无花果产卵。

有花植物的多样性

有花植物是现存的最复杂多样、分布广泛和数量众多的多细胞植物。据估计有25万—30万种——也许还有很多尚未从偏僻的热带雨林中被发现。有花植物可以生长在世界上几乎所有的地方和广泛的生存条件下。在陆地上他们仅仅不生长在高寒地区，如永久雪原，或酷热地区，如间歇喷泉(在植物界中只有藻才能生存)。除海洋和广阔的北方针叶树林外，在世界上几乎每个地方，有花植物在植物中都占绝大多数。他们也不生长在纬度高和海拔高的地方(苔藓—地衣在那里占主导地位)。

为应付这种广泛的生境和与其他植物有效地竞争，有花植物具有巨大的适应性。有花植物也有重要的经济价值，不仅是重要的食物来源，而且也提供很多其他有用的经济产品。

猴面包树是所有树中最奇特的，有一桶状树干直径可达9米(30英尺)。近缘的两种生长在非洲和澳洲。

有花植物的种类

各种术语常被用来描述很多不同种类的有花植物的生长周期。一年生植物如万寿菊和短牵牛从种子发芽到死亡用不到1年时间完成他们的生命周期。两年生植物——如毛地黄、卷心菜和胡萝卜——用超过1年但不到2年的时间完成他们的生命周期；开花和结种通常在第二年。多年生草本植物如雏菊和药蒲公英因为缺乏木质细胞所以在霜或旱开始时就枝叶枯萎但根部(或者其他多年生器官 见下文)仍然活着；在春季或雨季又到来时，新的枝叶生长出来。木本多年生植物——乔木、灌木和木本攀缘植物——需要超过两年的时间完成他们的生命周期，不假死。

这些术语不作为分类的基础，然而，由于在特定类群中，常见超过一种类型的生命周期，例如，蔷薇科包括苹果(木本多年生植物)和草莓(草本多年生植物)，豆科包括豌豆(一年生植物)和金雀花(木本多年生植物)。

两年生植物和多年生草本植物依赖各种地下食物储备器官——合称多年生器官——在霜或旱中存活。直根(如药蒲公英、胡萝卜)是大独根向下垂直生长，小侧根向外生长。鳞茎(如洋葱、黄水仙)是有肉质叶的小型地下茎，包括未发育的花和花苞。球茎(如番红花，唐菖蒲)是被鳞叶包围的膨胀茎基，有一个或多个芽。根茎(如鸢尾)是地下横向茎。块茎(如土豆)是膨胀的地下茎，支持芽苞发芽。在很多情况下，这些多年生器官也用于无性繁殖(见33页)。

附生植物和攀缘植物

很多植物依赖其他植物生长但不伤害他们。附生植物是生长在其他植物上的植物——例如，在乔木的枝上——为得到靠近阳光的位置。他们几乎完全依赖雨水作为矿物质的来源，不需要从宿主植物中获取营养，在叶子和根的表面常有专化的吸收细胞。相当多孢子植物(包括很多蕨类植物)是附生植物，很多有花植物科——兰科和凤梨科植物就是显著的例子——有附生植物种，主要分布在热带地区。另一个在竞争者前获取阳光的策略是采取攀爬习性。尽管一些蕨类植物是攀缘植物，就像裸子植物买麻藤属的大多数那样(见39页)，但是多数攀缘植物见于有花植物中。有花攀缘植物包括草本和木本两种，后者常被称做藤本植物。有花植物通过触觉敏感的茎或叶攀爬，他们中许多转化为卷须。这些器官缠绕树干或其他攀缘植物。成熟的藤本植物常有大的本质茎，他们中的一部分可自由地挂在森林的下层林木中，而多叶的枝与在高处的树冠层混合。攀缘植物最有名的两群是白藤和葡萄科植物。

乔 木

多数森林和林地群落是有花乔木占主导地位——惟一的例外是纬度高和海拔高的针叶树林(见208页)。这些树中的多数——例如山毛榉、橡树、无花果、桃花心木、桉树——是双子叶植物(见方框，45页)，常称做硬木或阔叶乔木。有一些是常绿植物，而其他是落叶植物(见200页和207页)。所有阔叶乔木都有木质部和树皮的延伸生长，许多木材价值很高(比针叶树中的“软木”更耐用)。这导致了森林的广泛毁坏，尤其是热带地区(见201页)。阔叶乔木也提供

有花植物的分类

有花植物的详细分类是基于各种要素之上的：生长形式，营养生物学，繁殖生物学(包括花粉、胚珠、种子和果实组成和结构)，木材解剖和化学特征。目前还未完成有花植物的完整亲缘分类，尽管主要分组被多数权威广泛接受。

木兰门(有花植物或被子植物门)被分成两纲，木兰纲(双子叶植物)和百合纲(单子叶植物)。所有亚纲列举如下，但每个亚纲仅挑选一部分有代表性的科，括号内是有代表性的植物。

百合纲

单子叶植物，占有花植物的不到30%。显著特点包括：胚和植物幼体中的单子叶；叶脉平行(通常狭长而尖)；花器官三个一组；须根系。多数单子叶植物是草本；那些乔木(如棕榈)缺少木质部因此不能支撑有分叉的树冠。有5亚纲：

泽泻亚纲：泽泻科(泽泻)，眼子菜科(眼子菜)。

天南星亚纲：天南星科(原为棕榈科)。

鸭跖草亚纲：鸭跖草科(紫露草)，凤梨科(凤梨)，禾本科(禾草——包括谷类——竹子，芦苇)。

姜亚纲：姜科(姜)。

百合亚纲：百合科(百合，郁金香，圆叶风铃草)，葱科(洋葱，大蒜)，石蒜科(黄水仙，雪花莲)，龟尾科(龟尾，番红花，唐菖蒲)，龙舌兰科(龙舌兰)，天门冬科(石刁柏)，兰科(兰花)。

木兰纲

双子叶植物，占有花植物的70%以上。显著特点包括：双子叶；分叉的主叶脉与网状叶脉连接；花器官四或五个一组；宿存的主根系。乔木是木本的，因此可以支撑很多分叉的树冠。有6亚纲：

木兰亚纲：木兰科(木兰)，樟科(月桂，月桂树，鳄梨)，睡莲科(睡莲)，毛茛科(毛茛，铁线莲，飞燕草，银莲花)，罂粟科(罂粟)。

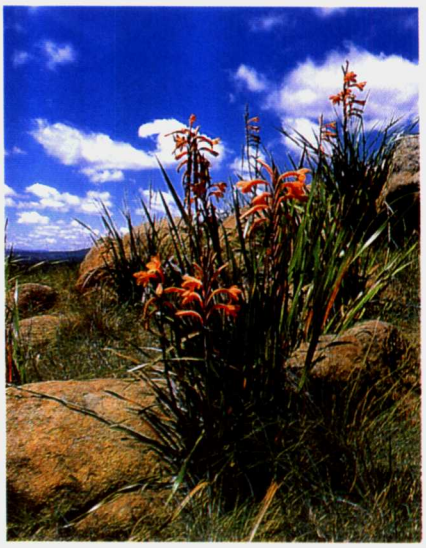
金缕梅亚纲：金缕梅科(美洲金缕梅)，悬铃木科(悬铃木，在美国称为美国悬铃木)，榆科(榆树)，荨麻科(荨麻)，壳斗科(栎树，山毛榉)，桦木科(桦树，赤杨，榛)，胡桃科(核桃)。

石竹亚纲：石竹科(石竹)，藜科(甜菜，菠菜)，仙人掌科(仙人掌)，蓼科(酸模，结节草，荞麦)。

五桠果亚纲：牡丹科(芍药)，茶科(山茶，茶树)，堇菜科(紫堇，三色堇)，秋海棠科(秋海棠)，芸苔科(原十字花科，甘蓝，芜菁，油菜，芥菜，桂竹香)，杨柳科(柳树，杨树，山杨)，杜鹃花科(欧石南，杜鹃花，欧洲越橘，越橘)，报春花科(报春花)，椴树科(椴树)，大戟科(大戟)。

蔷薇亚纲：蔷薇科(玫瑰，草莓，黑利莓，覆盆子，苹果，樱桃，李子，梨，山楂，欧洲花楸)，茶子科(黑醋栗，醋栗)，绣球花科(绣球花)，虎耳草科(虎耳草)，含羞草科(金合欢树，含羞草)，蝶形花科(原豆科的一分部，豌豆，菜豆，大豆，落花生，车轴草，巢菜，荆豆，金雀花，羽扇豆，苜蓿)，桃金娘科(桉树)，芸香科(柑橘类果实：橙，葡萄柚，柠檬，酸橙)，七叶树科(七叶树)，槭树科(槭树，假挪威槭)，虻牛儿苗科(老鹳草)，五加科(常春藤，人参)，伞形花科(胡萝卜，欧芹，芫荽，蔓缕子，猪草，毒芹，芹菜，欧防风，茴香，拉维纪草)，冬青科(冬青)，葡萄科(葡萄，北美爬山虎)，木樨科(橄榄，梣树)。

菊亚纲：菊科(雏菊，万寿菊，欧蓍草，菊花，蓟，蒲公英，莴苣)，忍冬科(金银花，接骨木)，龙胆科(龙胆)，花葱科(福禄考)，旋花科(旋花，朝颜花)，紫草科(玻璃苣，勿忘草)，茄科(马铃薯，烟草，龙葵)，唇形科(薄荷，野芝麻，罗勒，马郁兰，百里香)，桔梗科(风铃草属植物：风铃草，圆叶风铃草)。



一种典型的单子叶植物，沃森花(鸢尾科)，生长在南非的德拉肯斯山脉。

一种典型的双子叶植物，加州罂粟在欧洲、亚洲和美洲有广泛的分布。

其他有价值的经济产品，除木材外，最显著的是果实(见下文)、香料(月桂，肉桂等)、软木(取自栓皮栎)和制橡胶的乳汁(取自橡胶树)。

单子叶乔木的主体是棕榈树(槟榔科)，主要作为下层植物生长在热带(见插图，201页)。棕榈没有木质部或树皮，但是被由木质素和各种其他结构巩固的其他组织支撑。有经济价值的产品包括西谷米、海枣、椰子、可食用和制皂的油、纤维和植物蜡。椰子的纤维果壁现在正被当做泥炭的可更新的替代品(见217页)用在园艺中。

禾　草

禾草——约9000种——组成单子叶植物禾本科。这群包括谷类在内的植物为世界人口中的大多数提供了主食：小麦、大米、小米、玉米、大麦、黑麦和燕麦。此外，甘蔗是世界糖的一半来源。甘蔗也发酵生成乙醇(酒精)，在巴西为大多数机动车辆提供动力。

在热带和温带地区草原占据大片的区域(见202页和206页)。草原中的典型草是从地下茎的生长点生长起来的，

被环绕叶或叶鞘保护。叶子自己生长，不是从先端，而是从叶子中，这意味着叶子上部被吃掉的部分由下面的生长所代替——正如任何给草坪刈草的人所知道的。禾草能够通过种子或根茎延伸(植物的一种繁殖形式；见33页)快速传播，其纤维根系是良好的固壤物。禾草在它们的表面细胞中含有威慑食草动物的二氧化硅，这种磨擦作用有助于解释为什么食草哺乳动物齿冠很高(见方框，110页)。人类已经广泛利用禾草和诸如牛、羊这类食草动物之间的特殊关系(见212页)。

不是所有的禾草都会形成草原群落，很多作为星散植物或林地植被生长，一些如网茅属植物在盐沼中形成广阔的草皮。其他如竹子可像树一样长至40米(130英尺)高并形成竹林。

绿色蔬菜和草本植物

许多有花植物被作为蔬菜和调味品(芳草)。最重要的蔬菜属于十字花科：甘蓝的栽培品种不仅出产卷心菜，也出产花茎甘蓝、汤菜和花椰菜。菠菜是藜科植物，而莴苣、水芥和水田芥属于菊科植物。百合科植物，作为美丽的观赏植物闻名，也包括葱属植物，出产洋葱、韭葱、细香葱和大蒜。

许多芳香植物见于唇形科植物中，包括薄荷、鼠尾草、马郁兰、牛至、百里香、迷迭香和罗勒。香味是由于叶子中腺体分泌精油的缘故，能够在防卫昆虫天敌方面起作用。几种芳香种子见于伞形花科植物中，包括薄荷、芫荽和枯茗百里香、迷迭香、罗勒。其他重要的调味品来自块茎和根，例如，姜和姜黄是取自热带姜科植物中的根茎。

肉质果

很多有花植物的肉质果吸引动物传播者(见43页)，可想而知也吸引人类消费者。这些果实包括许多蔷薇科植物，例如，李子、桃、杏和樱桃，黑刺莓和覆盆子、草莓、苹果和梨。另一重要的果实出产科是芸香科，包括橙、红皮橘、柠檬、酸橙和葡萄柚和柑橘属中的所有种或杂种。香蕉是热带单子叶芭蕉属植物的肉质果，有大而似皮革的带状叶子。野香蕉果实小有许多硬籽；栽培的无籽种源自偶然发现的不实杂交植物。葡萄也许是最重要的经济果实之一，可食用和酿造葡萄酒。葡萄是由本本葡萄和其他许多栽培品种(葡萄科)出产的。干葡萄——葡萄干、无核小葡萄干和淡黄色无核葡萄干——经济上也很重要。菠萝——来自热带美洲植物凤梨(凤梨科)——是源自整个花序的聚花器官，在结果条件下都变成肉质而形成的。许多热带有花植物出产的肉质果在当地被食用，这些中的许多，如芒果、荔枝和番荔枝正逐渐被人们更广泛地享用。

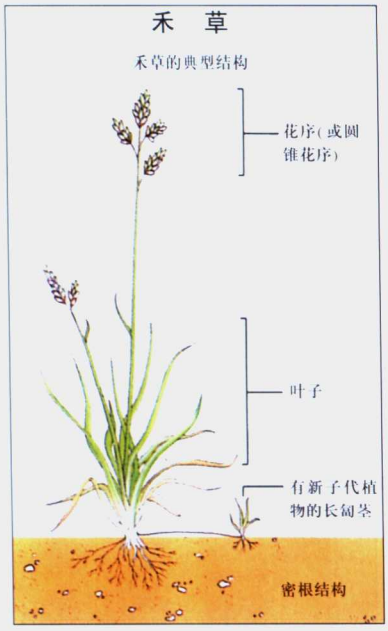
其他科植物出产非常重要的蔬菜果实。葫芦科是攀缘植物和蔓性植物的一个大科，主要生长在较温暖的地区，既包括各种瓜(指甜瓜，西瓜等)，也包括黄瓜、西葫芦，密生西葫芦、南瓜和其他葫芦科植物。另一非常重要的科是茄科，其中马铃薯在北温带地区是人们的主食(和面包一起)。马铃薯是块茎，但这科的其他植物出产可食用的果实如西红柿、茄子和很多种辣椒。

茶、咖啡和可可

茶树(茶科)是一小型乔木，天然生长在从中国到印度的地区。

中国茶比印度种叶窄。茶树经修剪来促进叶子生长，嫩枝上的顶生叶被采摘后发酵、烘焙和碎裂制成茶叶。绿茶是通过在早期烘焙叶子防止发酵制成的。各种茶来自不同的生长地区，一些最好的茶来自海拔高的地方。茶叶包含丹宁酸和咖啡碱，向身体提供这种饮料所具有的兴奋作用。

咖啡和可可都产于果实而不是叶子。咖啡(茜草科咖啡



兰科植物

兰科植物是有花植物中最大的一科，有约750属18,000种，显示出非常多的花形，许多是作为观赏植物栽培的。几乎所有兰科植物都与一特定动物传粉者有特殊联系：一些植物的花甚至模仿雌性昆虫，在雄性昆虫试图与之交配时，转移了花粉，而其他兰科植物实际上用花捕捉昆虫。花粉粒是用完整的花粉块转移的，每个子房包含数以千计的胚珠，一只昆虫一次传粉的结果能够产生数以千计的新植物。这可以部分地说明为什么兰科植物的数量如此之大。

许多兰科植物在密集的热带雨林中作为星散的附生植物生长(见正文)，而其他是藤本植物，例如香子兰，用于调味。也有许多在地面生长的，如对叶兰和蝇兰。

一种卡特兰属附生兰花。

食肉植物和寄生植物

不是所有的植物都是使用通常的手段从土壤中摄取所需的基本矿物质的(见31—32页)。一些植物包括茅膏菜、捕蝇草、瓶子草、捕虫草和狸藻已转向食肉生活方式，捕捉和消化昆虫和节肢动物。这些植物中的许多种生长在低营养的酸性土壤环境中，所以它们的猎物可成为提供给它们氮、磷和某些微量元素的主要来源。

通过各种视觉刺激昆虫使之被食肉植物吸引，包括色彩图案在内，瓶子草属植物利用分泌花蜜作为诱饵吸引猎物。这种捕捉猎物的作用过程变化很大。最简单的捕食一见于茅膏菜属植物和捕虫草属植物中一是沾捕，叶子表面上的腺毛产生一种分泌物，昆虫沾上不能逃脱。捕蝇草有一个“自动捕捉器”，一个有两裂片的叶子，当被叶面上敏感的长毛击发时能够自动合拢。瓶子草属植物名符其实，叶子部分或全部被改变成一个瓶子状容器，猎物落入其中，向下运动的毛和表面蜡状物质防止猎物逃脱。狸藻属植物也有一个瓶状捕捉器呈“囊”状，有一门向里开。当被击发时门突然打开，捕捉器围拢起来，由绷紧状态释放出来并膨胀，扩大捕捉器吸入猎物；然后门自动关闭防止猎物滑脱。不论什么样的作用过程，一旦被捕捉，猎物就会被特殊分泌腺释放的酶慢慢消化掉。

正如一些植物采取食肉习性以获取基本矿物质一样，其他一些植物一如桑寄生属植物和巨型花朵的大花草属植物一可以通过寄生在其他植物上获取营养。东南亚原始森林中的土生植物，大花草一“尸臭百合”一寄生在某种藤本植物的根部。其花生长在地面，直径可达91厘米(3英尺)，重达7千克(15磅)。花发出腐肉味，吸引可以传粉的小飞虫(见插图，30页)。

有绒毛的瓶状叶植物生长在婆罗洲约2700米(9000英尺)高的基纳巴卢山。

许多寄生植物有攀缘的习性，例如太平洋基里巴斯群岛的无根藤。

属)天然生长在热带非洲，但世界上大部分咖啡产自热带美洲国家如巴西和哥伦比亚。咖啡果实是浆果，除去果肉(或烘干把外皮去掉)释放出硬质种子或“豆”。这些咖啡豆必须烘焙形成特有的芳香和味道。像茶一样，咖啡含有咖啡碱。

可可源自可可树(梧桐科)，一种小型乔木，原产于美洲热带，但目前在其他地方有栽培，尤其在西非。大型果实产于树干上，可食用果肉中含有硬质种子。果肉和种子发酵，种子烘干形成可可“豆”，含叫做可可油的高脂肪。这种脂肪在可可饮料的制作中被去除，但这种饮料保留了高营养价值。由于存在咖啡碱和相近的可可碱，因此可可也是柔和的兴奋剂。在生产巧克力中除了添加其他物质如糖和牛奶外还需额外添加可可油。

参见

- 植物 30页
- 植物的功能 31页
- 有花植物的出现 40页
- 传粉和种子传播 42页
- 气候和植被 198页
- 生态系统 200—221页

动物界

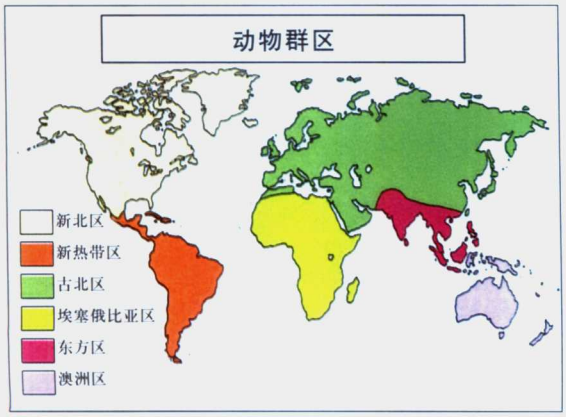
动 物

尽管动物界极其重要而且科学家和业余爱好者对其有无限兴趣，但是令人惊讶的是就动物独有的准确特征和随之而来的动物界本身的准确界限方面，人们几乎没有达成一致看法。动物界习惯上局限于多细胞生物，但有许多单细胞原生生物，虽常常和其他单细胞生物一起被归类在原生生物界中(见26页)，却显示出全部或大多数通常被认为是动物才具有的特征，并且可以合情合理地被划归动物界中。虽然有这种局限，动物界在规模和多样性方面还是无与伦比的。它既包括简单的海绵和珊瑚及更复杂的无脊椎动物（如昆虫和枪乌贼），又包括脊椎动物(包括所有最高等动物、鸟类和哺乳动物)。

我们仅能猜测在这一巨大王国中有多少种动物。大概150万种动物已被科学地描述了，但是这仅仅代表实际存在的动物的一部分。已描述过的动物中的大多数——100万余种——是昆虫，但是一些估算却表明仅仅这一群动物的真实数量可能接近3000万种。尽管深深的海洋可能还有待探索，而且一些大型陆生哺乳动物如霍加狍和巨林猪直到20世纪初才被发现，毫无疑问未被发现的大型动物已所剩无几。但是这不包括至今还未被发现的数以百万计的较小而不那么引人注意的动物。

显著特征

动物与植物的基本区别在于前者的细胞没有细胞壁(见插图，21页)，但它们之间最重要的区别也许在它们获取食物的方式上。几乎所有的植物都能够利用太阳能将简单无机物分子合成它们需要的复杂的有机化合物(见光合作用，33页)，而动物依赖于这种化合物的现成来源——换句话说，它们依赖于植物，或者直接以植物为食或者以食植物的动物肌体组织为食(见194页)。



植物和动物之间的其他不同处与这个核心差异相关。尽管一些水生动物如海葵和蛤几乎不活动而依赖上门的食物，大多数动物必须主动地寻找或攫取食物，寄生蠕虫寻找合适的宿主，蝴蝶寻找花蜜，猎豹追捕羚羊。与植物不同，植物可以固定于一处而正常生长，动物通常需要至少某种程度的活动。动物已进化出许多运动系统(见176页)；在大多数情况下涉及依靠某种坚硬骨骼而活动的肌肉系统，骨骼可以长在身体外部（如在昆虫和其他节肢动物中），内部（如在脊椎动物中）或是流体静力的（如在蚯蚓中）。

伴随活动而来的是一系列植物所没有的其他需要。多细胞动物的活动需要身体各部分之间的大量协调；除了最简单的动物如水母和其他软体动物外，在所有的其他动物中，都需要合适而复杂的神经控制系统(见182页)。此外，动物不仅需要以协调的方式而且也需要在一个特定方向上运动；因此需要某种与神经系统相连的感知器官。尽管植物也能够探知各种环境的刺激而且相应地做出反应(见33页)，但动物已进化了一系列令人惊奇的系统，通过它们动物能够感知它们周围的世界正在发生的事情(见188页)。

动植间的各种差别自然而然地在其整体结构中产生深刻影响。大多数动物有某种消化道或腔，并在其中把动物吃下的复杂分子分解(见178页)，而且这通常形成一个中心点或轴，其余身体细胞围绕其分布。同样地，除了最简单的神经系统外，所有神经系统都需要某种中央协调点——也就是说某种“脑”——这导致了独特的头部的出现。

因为需要克服在地心引力下活动而受到的物理限制，再加之动物细胞相对缺乏强度（由于没有细胞壁），所以动物体形大小也就受到限制。在水中浮游生活环境中压力不那么强，

参见
· 进化 12—17页
· 生命的分类 18页
· 动物界 52—145页
· 动物行为 148—173页
· 动物生理学 174—191页

完美动物的典型：狮子由于具有复杂的神经系统、感觉系统、运动的灵活性和捕食习性而可以作为典范说明动物与其他生物相区别的主要特征。

因而所有最大型动物都是水生的。但一些植物甚至比最大动物的体积还大得多(见 30 页)。

植物摄取养分的基本方法——是从土壤中摄取养分与光合作用相结合——常见于几乎所有植物中；存在于植物中的巨大差异因此归因于对许多不同生境的适应能力。在另一方面，动物不仅需要适应一系列不同的生境，而且通常也必须专化于广阔范围内的可能摄食选择中之一。因此在一个复杂的生态环境中如热带森林，尽管有为数众多的植物，实际上植物的类型相对甚少——主要有乔木、攀缘植物、附生植物和寄生植物（见 44 — 47 页）。形成对比的是动物在它们对广阔范围内提供的各种生态位的适应性方面表现出了无限的多样性。最具多样性的植物类群——有花植物——其多样性在很大程度上归因于其吸引来传粉的动物的多样性(见 42 页)。

高等动物和低等动物

整个中世纪和此前，人类对他们的动物伙伴的理解常基于自然阶梯的理论。这一理论至少可追溯到亚里士多德。根据这种观点，动物可以被安排在一条清楚的线系上，“低”等动物如海绵和变形虫在阶梯的底部，“高”等动物如哺乳动物在顶端，所有其他动物分布在其间各阶层。这一理论当然与进化论相反，在进化论中不同动物间的关系模式，不论是现存的还是绝灭的，形成分叉的树而不是阶梯。这样任何现存生物都踞于“枝”顶，而不论枝本身有多长。其实，在长枝顶端的动物，如斑点楔齿蜥、空棘鱼或鲎，远非如阶梯理论所表明的是“低等动物”，而是经过数百万年后几乎没有什么变化地成功生存下来的动物。

在进化的“生命树”中，更大的复杂性常伴随着沿这一枝叉的前进，但不一定总是如此。当动物在时间上进化时，他们有时会“退化”或失去见于他们祖先中的某些适应性；自由生活的动物在采取寄生生活方式时常常会出现这种情况。当我们谈到“高等”动物时，我们指的不过是这种动物显示了相对复杂的身体结构，而不是在任何意义上的“高等动物”。同样“原始”动物——据认为与祖先的形态没有多大区别——不比“高”等动物低级；如果适应性变化少的话，大概是因为没有必要在祖先的这些方面加以“改进”。

动物分布

动物见于所有水域中和大陆上，他们已成功地适应了甚至是最不利的环境。然而，世界被划分成一些分离的动物地理区域，每一个动物地理区域都有独特的动物群(见插图)。这些区域的精确界限在某种程度上是人为的，当一地区与另一地区连接时，就不可避免地有某种程度的模糊。但区域本身超出了习惯问题。

每个动物区系所特有的动物的混合是许多因素的产物，其中最重要的是过去和现在的气候条件（见 10 页和 198 页），以及在地质时间尺度上地球陆地板块的连接和分离(见 8 页)。广义上讲，最独特的动物区系见于如澳洲区和新热带区的那些区域，因为他们与其他陆块分离时间最长。

无脊椎动物—脊椎动物的划分

把动物划分成无脊椎动物和脊椎动物可追溯到19世纪初，而且在普遍使用中被奉为神圣，但重要的是理解这种划分的局限性。除了这个显而易见的事实，即归类为无脊椎的动物没有脊椎——节形柱状物或脊椎未支撑脊椎动物的中央神经索外——各种无脊椎动物在其他方面实际上没有什么共同之处。然而脊椎动物(鱼类、两栖动物、爬行动物、鸟类和哺乳动物)实际上形成了一个自然生物群——脊索动物门中的脊椎动物亚门(见图表，18 页）——与之相对应的“群”。无脊椎动物亚门在现代分类上已经不再通用。这个术语实际上是一个反面定义，指任何非脊椎动物。考虑到脊椎动物的内在联系(而且考虑到我们自己也是脊椎动物这个事实)，这是可以理解的，但必须承认这一区分方法本身过于不平衡。因为超过90%的动物和是无脊椎动物，除了一个门中的一部分动物种外，他们占很多已知动物门的全部。

不论这种划分多么不符合逻辑，我们仍然要问这群名为脊椎动物的重要动物是如何从无脊椎动物祖先进化而来的。回答这个问题的线索好像在于海星、海胆和其他棘皮动物(见 54 页)和脊索动物间的明显关系。在他们胚胎发展的早期，棘皮动物——像脊索动物而不像所有其他非脊椎动物——通过它们细胞的辐射状(不是螺旋的)分裂而发育，出现在囊胚(正在分裂的细胞的球体)中的第一开口是肛门，而不是嘴（见186页）；棘皮动物和脊索动物随后被称为后口动物（“嘴后”），而所有其他动物被称为前口动物（“嘴先”）。在这个基础上表明在无脊椎动物中棘皮动物与我们最近缘；即使这样，最多它们也是我们的远亲——最早的脊索动物一定是在几亿年前从棘皮动物似的祖先中分支出来的。

脊椎动物起源的进一步线索是由原索动物提供的，一群相对无名的海洋动物和脊椎动物一起组成脊索动物门：半索动物（玉钩虫）、头索动物（包括文昌鱼和鲽鳚鱼）和尾索动物（包括海鞘）。棘皮动物——脊索动物联系的进一步证明是由半索动物和棘皮动物的幼体间非同寻常的相似提供的。鲽鳚鱼有一坚硬脊索(与成年脊椎动物的脊椎合为一体的软骨杆；见 187 页)，鳃裂，能够像鱼似的移动身体而游泳，因此被认定为可能是一种导致脊椎动物的脊索动物；其他专家把尾索动物的幼体当做更有可能性的候选者(见插图)。

成年海鞘或尾索动物看起来是静止的滤食者，然而它们的幼体却像蝌蚪一样游泳，有很发达的脊索。由于这个原因，一些专家相信最早的脊椎动物——无颚鱼——可能从尾索动物似的脊索动物进化而来的。

海 绵

海绵在水生生境中分布广泛而且数量众多，是最简单和最原始的多细胞动物。尽管在外观上不像动物，它们实际上有所有与动物相似的属性。它们以其他有机物质为食(也就是属于异养生物；见194页)，它们通过卵子和精子进行有性繁殖。成熟海绵的运动局限于肌肉细胞的轻微收缩，但是幼体是自由浮游的。尽管没有真正的神经系统，但活动也有某种程度的协调。

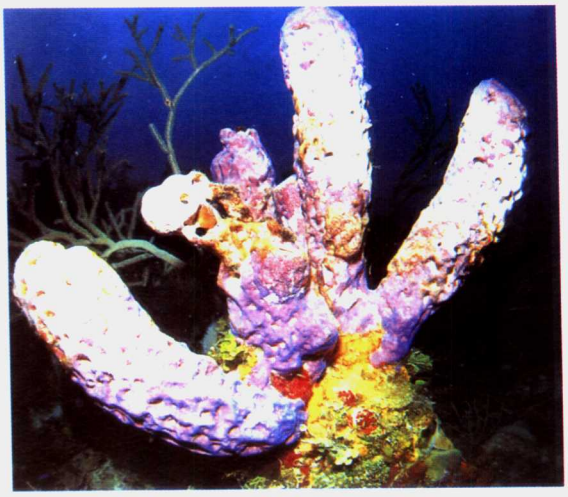
海绵既见于从潮间带到海洋深处的海洋生境，也见于淡水湖泊和河流中。一些海绵形成扁平、颜色鲜艳的硬壳，其他海绵形成各种花瓶、烟囱或钱包状单一或多个结构。一些海绵仅有1厘米(2/5英寸)长，但在热带和南极地区的各种海绵高和宽可达1米(39英寸)多。南极海床的广阔区域以大海绵为优势动物。

一般特征

成年海绵是座生的——它们固定在石头或硬质表面上度过一生——而且他们通过从周围水中吸取细小颗粒进食。典型的海绵有一为细胞分隔的蜂窝状管道结构和硬质骨骼。通过连接管道各腔的特殊细胞上鞭毛(鞭状突起)的颤动，管道打开，水从海绵外表面上的细孔吸入。这些鞭毛细胞也负责将食物颗粒从水中滤出，过滤后的水和其他废物通过海绵顶部的单一开口排出。海绵的这种松散结构使得它成为其他动物的理想庇护所，一只海绵可能有数以千计的其他动物生活在里面。

在一些海绵中，骨骼是由硅石或方解石以及分别基于硅和碳酸钙的矿物质的针状或五星状杆(或骨针)形成的。其他海绵有一个这些物质的结合体和由名为海绵硬蛋白的纤维蛋白构成的网状结构，而各种海绵包括浴海绵仅有海绵硬蛋白。少数海绵根本就没有骨骼。在一些海绵中骨骼可能是高度组织化，导致复杂和高度特化的晶格结构。例如，名为维纳斯花篮的深海海绵有一个由六根放射状骨针相互交织的复杂骨骼。骨骼使得海绵作为食物没有吸引力，仅有少数动物以它们为食。不过很多海绵像其他座生海洋动物一样，用口味不佳的防卫化学物质威慑捕食者和其他可能安家在其外部表面的动物。一些海绵已具有钻进蛤壳甚至石灰石中的能力；这种能力是通过酸的分泌和专化细胞延伸物的物理浸蚀作用相结合而取得的。这些海绵是珊瑚礁腐蚀的主要原因和对牡蛎严重有害的生物。

海绵通过它们的幼体传播自己并且移生于新的生境。雌



管海绵属于寻常海绵纲——最大和最成功的海绵种群，是热带礁石的突出特征，寿命长而且常常颜色鲜艳，它们可高达1米(39英寸)。它们周期性地进行壮观的繁殖，向周围水中释放出大量精子。

海绵体内的卵子与在滤食水流中吸入的精子结合而受精。自由浮游的幼体发育一段时间后被释放到海洋中。这些幼体分散，定居在适合的表面上，变形成为幼海绵。如果同一基因结构的两只幼海绵紧挨着定居下来，而且当他们成长时相互联系，他们就会合并变成一个生物。同样地，如果一只海绵分裂成几个不同部分，这些部分将重组成为新海绵。这种重组能力是如此强大以至于一只海绵强行穿过细网时，因此断碎的组织细胞将从各个细胞的聚合体中形成新海绵。淡水海绵遭受季节性食物短缺，在冬季假死。他们形成名为芽球的无性繁殖体——带有耐周期压力的外壁的细胞球。

海绵的主要种群

在包括所有海绵的多孔动物门中，已知有4个纲，主要区别在于内部骨骼的类型上。总共约5000种海绵已被描述过了，其中仅有约150种生活在淡水中。钙质海绵纲全是小型海洋种，具有方解石骨骼，此骨骼往往突出身体表面。最简单的海绵，通常是钱包或花瓶状，白或灰色，常见成簇状。有些海绵形成分叉结构，直立部分从分叉结构中长出。

玻璃海绵(六放海绵纲)是有复杂硅石骨骼的深水种，常形成复杂而美丽的结构。维纳斯花篮属于这一种群。

寻常海绵纲是最大、分布最广泛和最成功的海绵种群，也是惟一移生在淡水中的海绵种群。这些海绵有各种不同骨针，常常被海绵硬蛋白补充或替代，在体形、大小和颜色上显示出几乎无穷变异。这一种群包括浴海绵和南极巨海绵。

珊瑚海绵(硬海绵纲)一直被认为已经绝灭了，直到20世纪60年代它们才被发现生活在深水中的珊瑚礁上。它们有一付由方解石、硅石骨针和海绵硬蛋白合成的骨骼。

海绵的价值

海绵传统地使用在洗刷和洗浴中已延续了几千年，但近些年来由于某种其他原先未被发现的属性，它们已成为很多科学研究的课题。各种热带海绵已被发现能产生抑制细胞分裂的化学物质，这些化学物质的人造同功异质体已被用来治疗癌症。这些发现促进了对海绵和其他可能含有有益化学物质的生物的研究。

参见

- 什么是生命 6页
- 滤食(方框) 57页
- 动物建筑师 160页
- 珊瑚礁 215页
- 海洋生态系统 220页

腔肠动物

海绵只不过是个体细胞的群体，细胞间有非常有限的协调或依赖，而所有高等动物有两或三层明显的细胞层，为极大量的复杂结构提供了基础(见186页)。最简单的带有不同细胞层的动物(而且仅有两层这种细胞层的惟一动物群)是腔肠动物。在腔肠动物门中有三个纲，总共有约9000种：能自由浮游的水母(水母纲)，海葵和软、硬珊瑚(珊瑚纲)与水螅虫(水螅纲)，既包括见于海洋中的许多简单种或亚种，也包括常见的淡水水螅。

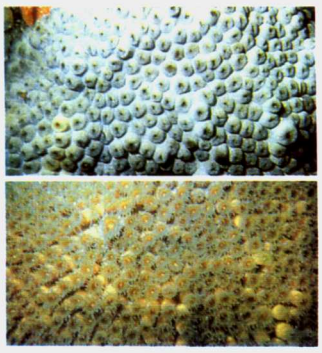
腔肠动物常常是集群的，形成花状结构或复杂的漂浮群体。一些珊瑚组成大面积的群体；在其中地球上最大的现存结构是澳大利亚和伯利兹的珊瑚堡礁(见215页)。

一般特征

所有腔肠动物都有一个简单、可收缩的双细胞层体壁，双细胞层被一个胶状层(中胶层)分隔开。腔肠动物有两种基本体型：水螅体和水母体。水螅体是一个有消化腔的简单囊，单一开口被一些短触角所包围。这个开口起着摄入食物和排出废物的作用；与“嘴”方向相反的一端固定在一个其他物体表面。水母体基本上是一个能自由浮游的倒置了的水螅体，有一中央向下突出的嘴。水母是钟形或伞形的，伞膜周围有长触角。一些腔肠动物进行世代交替，在其中两种生活形式相互交替，水母体起着传播阶段的作用；另一些腔肠动物只有一种世代，这种结构的简单性意味着通过出芽或分裂进行的无性繁殖是容易的，这种繁殖方式是这个动物种群的一大特点。最引人注意的也正是这珊瑚群体增加其体积的方式。

腔肠动物大部分是捕食性的，使用它们的触角捕捉食物。触角可以收缩和用来抓握猎物，但是触角上生长的独特的夹细胞和刺细胞群才是主要武器。这些细胞在与猎物接触时被击发，射出线状细丝。一些刺细胞产生沾线抓牢猎物，但最重要的刺细胞是中空的，而且装备有锐利的刺；这些刺穿透猎物身体组织并注入毒液。当触角裹住猎物时，越来越多的刺细胞被释放出来进一步让猎物屈服。一些水母的刺细胞能够穿透人体皮肤，引起疼痛或偶尔造成死亡。

海葵和许多水螅一生中大部分时间是静止的，但是水母和名为管水母(包括远洋僧帽水母)的高等水螅通过伞膜的伸缩而游动。



谨慎：在白天，当被捕食的风险高的时候，珊瑚紧紧关闭它们的水螅体(上)。它们等待相对安全的夜晚的到来，然后再伸展它们的触角到水中截取漂浮的浮游生物，浮游生物也是在夜晚出来摄食的(下)。

发光水母：见于一些水母中的冷光被认为是威慑物，警告可能的捕食者它们有危险的刺并且最好别招惹它们。另外，光也可以吸引好奇的鱼类使之遭到水母螫触角的诱捕。

参见

- 动物建筑师　160页
- 消化　178页
- 神经系统　182页
- 珊瑚礁　215页
- 海洋生态系统　220页

珊瑚虫

海葵从来不集群而是作为水螅体度过整个成年生活。尽管常见于温带地区，它们在温暖的水域更复杂多样。它们直径可达20厘米(8英寸)，而且可生活50年或更长。海葵通常是座生的(固定在一表面上)，依赖食物上门，但大多数能够非常缓慢地爬行，有些甚至可以漂浮或浮游。一些海葵与蟹有共生关系，作为对得到丢弃的食物碎屑的回报，海葵也保护着蟹(见67页)。其他海葵以与珊瑚和海藻间相似的合作关系，在它们的组织中为海藻细胞提供庇护(见下文)。尽管无性繁殖是常见的，海葵——像所有珊瑚虫一样——也有有性繁殖，产下自由浮游的幼体，定居而且变形成为水螅体。

石珊瑚是海葵形的水螅体，分泌石灰石(碳酸钙)骨骼，骨骼既起支撑作用又起保护作用。尽管一些石珊瑚喜独居，但大多数形成群体(见215页)。珊瑚摄食有两种方式。大多数能够用它们的触角捕捉浮游生物，它们营养的一部分是由它们组织中的藻细胞通过光合作用提供的。这些藻细胞在建立珊瑚礁的沉钙作用过程中也十分重要，因此成礁珊瑚仅见于光线充足的浅水域。

八放珊瑚包括海扇、柳珊瑚、海笔和管珊瑚，是有八只羽状触角的水螅体，但它们在体型上变化相当大。海扇和柳珊瑚主要见于珊瑚礁；它们有一个富有弹性的角状物质构成的核心骨骼，允许它们随着水流移动而且以小浮游生物为食。海笔是栖息在泥中的动物，底部有球状支撑骨骼，顶部有羽状突出结构。它们也以浮游生物为食。

在拥挤的情形下，珊瑚和海葵充满活力地与竞争对手斗争以保卫自己的生存空间。战斗中所使用的武器有很多种：有毒化学物质、特长触角上的刺细胞和能够消化竞争者组织的特长消化道。

水　母

所有水母都是自由浮游的，有构成它们生命周期主要部分的水母体阶段。大多数水母生活在沿岸水域，夏季数量特别多，能够形成大群的水母。一些水母直径可达60厘米(24英寸)或更多。大多数通过伞膜的伸缩悠闲地游泳，而且通过将带有一群刺细胞的长触角拖在身后从水中摄食，但一些水母通过它们自己的身体泵水并且摄食水中的细小颗粒。水螅体阶段出现在有性繁殖之后，受精卵形成浮游幼体，定居并且在底部变形成为一个水螅体；水螅体成长、摄食，然后以出芽繁殖方式产生一系列幼水母体。

水　螅

水螅是一个非常复杂多样的动物种群，有约2700种显示出各种生命周期的水螅。管水母包括远洋僧帽水母，是复杂的集群水螅。它们显示出极端的多态型，在群体中不同个体表现出不同的作用：一些水母体舒张收缩为游泳提供推进力，其他有纯繁殖作用；在现有的多种水螅体中，一些适合于摄食，其他适合于防卫。海葵状水螅是一种喜独居的淡水水螅体(见插图，178页和183页)，而各种近缘的海洋集群的水螅既有水母体也有水螅体阶段。

棘皮动物

在棘皮动物中，有一些为人们熟知的海洋动物，如海星、海胆及海蛇尾。它们都有一个相同的特点：身体呈明显五辐射对称状。这种情况在动物王国是独一无二的，同时也使此类动物极有特色。虽然棘皮动物只生活在海洋里，但所到之处都可以成为它们的家园，是非常兴旺繁盛的一类动物，在潮间地区或深海中，都有棘皮动物存在。

不同的棘皮动物(顺时针方向从上左开始)：珊瑚上的海胆(海胆属，翠绿色)；褚色海星是一种生活在从加利福尼亚到阿拉斯加的潮间地区的普通种；海蛇尾，为夜出活动的滤食动物；印度—太平洋海域的海参(瓜参属，三色)，另一种滤食动物。

棘皮动物门有6000种动物，又被分为6个纲。除了五部分对称的特点外，这类动物另一个共同的特点是：内骨骼以方解石为基本组成物质(这种矿物质是由碳酸钙组成的)；另外的特点为体小，有行走及觅食的内空器官：管足。管足通常配以吸盘，然后连接到内腔的一个独特的系统——体腔。一般来说，如同它们名字所描绘的那样，棘皮动物呈棘状。尽管有这些相同的特点，每一纲动物的外形也有很大的差别。虽然简单动物缺少高级动物特有的一些器官系统，但棘皮动物的某些特点与包括人类及其他脊椎动物在内脊索动物相似(见方框，51页)。

棘皮动物为有性繁殖，以自由浮游的幼虫形式扩散，但它们也可通过无性繁殖增加数量。繁殖能力极强是棘皮动物的一大特点：分离成一半的个体或被严重损坏的个体都很容易恢复原貌。

海百合

棘皮动物为古老动物种群，祖先可追溯到5.7亿—5.1亿年前的寒武纪。最早的形式被认为与海百合或毛头星(海百合纲)相似，这两种动物是棘皮动物中最原始的两种。海百合现存有两种：有肉柄，且生活在深海静止不动的一种；无肉柄，可自由行动，主要生活在浅海水域的一种。它们都通过展开许多长管足拦截随海流而来的微小生物为生。由于拦截浮游生物需要身体伸张出很大的面积，海百合通过不断进化以适应生存，它们可伸展的触手有10、20或40个，在拦截中可形成宽40厘米(16英寸)的蕈体冠。在海流稳定的水域，海百合可以铺满海底所有地区。

海　胆

海胆(海胆纲)的形状大小各不相同，有球状的，椭圆形的或盘状的。海胆的骨骼(甲壳)完整，由坚硬的壳片连接而成，外部厚厚地盖着可移动的壳针，用来行走和自卫。另外海胆还有小型的如钳子般的器官(叉棘)，也是用来自卫的。壳针与叉棘都有可能带毒。在甲壳周围，管足排列成五行，可用于移动、附着、觅食与感知。一些海胆生活在坚硬的岩石表面，以小型植物为食，它们通过一种复杂的颚器官来获取食物。饼海胆生活在地表或土中，有短小的壳针，壳针被用来挖掘；它们以食碎屑为生，吃沙土并消化其中所有的有机微粒。

海　星

海星(海星纲)是人们熟知的棘皮动物，它们通常有5只内空的触手，并且与中心的圆盘相连。但有些海星会有6只或更多的触手，而一些海盘车有触手40余只。有几种海星直径可达1米(39英寸)，但大部分体型较小。海星广泛生活在潮间带或深海地区。分布最多的是在大陆架的浅海水域。海星上表面覆盖着一些壳针与叉棘，而触手的边缘总是生长着大型的自卫壳片。在身体下部排列着5排从嘴部伸向触手末端的管足，在触手末端通常有眼点。管足用来行走、挖掘与捕获猎物，触手末端周边的管足有感知功能。海星大多以其他动物或腐肉为食并通过嗅觉寻找食物。海星最常食用的为蛤，它们使用管足来捕获蛤。海星的肠会把内面翻转向外包裹住食物，在体外消化食物。有冠棘的海星使用这种方式食用大量珊瑚，是臭名昭著的有害动物。有几种海星利用几乎不易察觉的短小触手捕食细小微粒。受损害的海星会自然地再生受损部分；有时，一小块触手可以发育成一个全新的完整的海星个体。

海蛇尾

海蛇尾有瘦长的棘状触手，触手灵活并与完整的中心圆盘相连。海蛇尾可自由移动，大量生活在海中。它们的名字明显地体现出海蛇尾的一个特点：遗弃触手并再生。如果海蛇尾遭到袭击，连接各触手的腱会变成液体，并在某一点上变软，使整个触手脱落。虽然有些以海底的有机物质为食，但海蛇尾基本上食用悬浮物质或腐肉。它们通过屈曲触手在海底划行，而管足主要用于捕食及感知。

海　参

海参(海参纲)外形像蠕虫或香肠，无内骨骼和壳针。虽然可以通过改变体内结构而变得坚硬，但海参通常身体柔软灵活。这使它们能灵活地行动，有些海参甚至能自如地游泳。深海海参外形似水母，因为含凝胶，海参体轻，能轻快地四处移动。它们生活在从浅海底到深海底的广大区域，利用嘴边的触手(巨大的伸展管足)捕食。许多海参在海底缓慢移动时伸出粘性触手捕获食物；另外一些固着不动，伸出触手截获水流中的食物。

参见

- 无脊椎动物—脊椎动物的划分(方框) 51页
- 滤食(方框) 57页
- 海洋生态系统 220页

蠕　虫

许多无脊椎动物都被叫做“蠕虫”，但它们的起源却各不相同；之所以被叫做蠕虫是因为它们都有细长的身型。蠕虫中有些种群不引人注目，如铁线虫、棘头虫与箭虫，但也有3个重要的种群：扁虫、蛔虫(或线虫)及节虫。

蠕虫种类繁多，广泛生活在全球各地，许多为寄生，但很多是在土壤中或水中自由生活的动物。虽然是简单动物，但内部组织比腔肠动物(如珊瑚及水母)复杂得多。蠕虫(与高等动物一样)的身体由三个细胞层组成。这种构造使复杂的结构成为可能。与腔肠动物的肠只有一个开口相反，大部分蠕虫的消化系统由一条连续的管道组成，其中包括嘴及肛门(见178页)。另外蠕虫的神经系统也很发达(见182－183页)，因此身体各部位的协调性得以提高，运动模式也更复杂，更有效。

扁　虫

扁虫(扁形动物门)是简单、两边对称的动物，分上下两面。它们头部独特，大脑简单(见插图)，而且器官系统也很简单。与腔肠动物相似，扁虫的肠只有一个出入口，食物与废物都由此进出。扁虫的这一简单构造说明它们能够轻易地再生受损的身体各部位，所以把一个扁虫砍为两半儿，并没有杀死它，相反，短时间以后，这两半儿各自成为体型稍小但完全成形的扁虫。

两种多毛纲环节动物，属节虫动物中最具变化的一类。缨鳃蚕(上)静止不动，以海洋中的微小物质为食，伸展冠状触角在水流中拦截食物；如有危险，它们会以惊人的速度缩回保护管。火刺虫(下)可自由移动，以其他动物为食或在碎屑物质中觅食；它们被如此命名是因为有白色毛发状的突起(体毛)，在与外界接触时这些体毛会射出毒质。

自由生活的涡虫(涡虫纲)体小，扁平，像叶子一样，生活在水中及潮湿地区，以其他动物或腐肉为食。它们通过拍打粘液薄层中的成排纤毛(微小的如毛发般的突起)到处活动。这类动物中体型最大的真涡虫，嘴在身体下部的中央，为了接触食物将肠的一部分伸出体外。真涡虫雌雄同体——个体同时拥有雌性及雄性器官，是有性繁殖。

吸虫(吸虫纲)在体形上与涡虫相似，但它们在其他动物体内或体外寄生，并用吸盘紧吸住宿主。它们的生命周期很复杂，通常包括在水中生活的血吸虫及至少另一物种。吸虫通常为雌雄同体，产下的每个幼虫通过无性繁殖增大数量，增加传染潜力以寄居在家畜及人体上，从而引起各种疾病(见168页)。

绦虫(多节绦虫亚纲)外形像一条丝带，寄居在脊椎动物肠内。它们的身体由多个相同的体节构成，每一体节都可产卵，有些体长可长达几米。绦虫没有肠，食物由体壁吸入。像吸虫一样，它们有着复杂的生命周期。

蛔　虫

蛔虫或线虫(线虫门)包括小线虫、蛲虫及钩虫。它们广为人知，但生活在各种环境下，数量繁多，有重要的经济价值。它们身体细长，一端或两端都很尖，并且锋利。厚厚的有抵御性的表皮呈透明状。它们有的身体微小，有的长达1米(39英寸)。与扁虫不同，线虫的肠有第二个开口(肛门)，而且由一个内腔把体壁与肠分隔开来，使得两部分可以独立工作并且效率更高。腔内的液体有压力，使身体坚硬，同时蛔虫只能作扭动身体的动作。虽然人类只发现15,000种蛔虫，但大约还有50万其他物种生活在地球上。

大部分线虫是无害的，但它们寄居在几乎所有的动植物中。许多生活在土壤中的线虫是主要的庄稼害虫，它们啃食植物组成部分，破坏植物，并且使细菌易侵入植物体内，导致一些疾病。寄生在动物体内的线虫会造成宿主身体衰弱，甚至死亡。钩虫被认为是造成人类疾病的最普遍原因，全球1/4人口受其影响。

节　虫

节虫(节虫门)身体细长，头部及尾端很独特。身体由多个单独的体节组成，每个体节可半独立地活动，通常带有肢状结构(侧足)或毛发状凸起(体毛)。体内，肠被延伸的体腔与体壁分开，神经、循环和肌肉系统高度发达。这些特点使节虫结构变化很大，运动形式复杂。节虫由此演化得高度特化并可以采取不同的生活方式。

节虫动物有3个纲，其中最古老也最多变化的是多毛纲的环节动物，其中包括浆虫、拖拉虫、钩饵虫与缨鳃蚕。它们共同的特点是：在每一节上都有一对侧足，可爬行。它们大都生活在海床上，以各种动物为食，但极少在浅海地区出现。钩饵虫一类的节虫以其他动物或腐肉为食，它们头部小，有感知触角和可收缩的巨大的上下颚。另外一些节虫动物静止不动，头部结构复杂，大量的粘性触角可用来从海底获取食物；另外，坚硬的冠状触角在水流中可展开，用来捕食浮游生物(见照片)。

蚯蚓与它们的生活在淡水中的近缘(寡毛纲目)可在土壤或其他碎屑物质中挖洞，以腐烂的植物为食。它们体长，除用于挖掘(见176页)、可伸缩的体毛及生殖结构(生殖带)外，没有其他体外结构。蚯蚓在生态与经济中是都有其重要性，这是因为它们在土壤的营养物再循环中起到了一定作用。

水蛭(蛭纲)是最发达的节虫，以食其他动物为生或寄生。它们多生活在水中或陆地潮湿地区。身体两端的吸盘用来获取食物或产生独特的活动方式(见176页)。所有的水蛭都有特化的嗅觉。陆地水蛭寄生在哺乳动物身体上，它们有特化的热敏器官。寄居蛭的唾液中含有麻醉剂，能够抵御外来敌人；体内有抗凝剂，因此血液在肠中保持液体状，并能很容易地消化。

参见

- 寄生与共生　168页
- 动物的移动方式　176页
- 消化　178页
- 神经系统　182页

软体动物

蛞蝓、蜗牛、牡蛎、蛤、鱿鱼及章鱼都属于软体动物门。这一变化多样的动物门包括7个纲，50,000余物种。原始的软体动物祖先被认为与现代帽贝(腹足纲软体动物)有些相似——软体动物祖先也有保护壳。在壳下，身体被明显地分成两部分：肌肉头足及包含着所有其他器官的身体躯体。

尽管软体动物各纲都已通过进化形成自己独特的生活方式，并且与原始祖先存在着较大的差别，但它们之间还是有一些共同特征，这些特征或多或少地在所有软体动物中都有体现。其中包括可以行走的宽大的足，一个保护壳，像舌头一样的进食器官(齿舌)以及特殊的呼吸器(栉)。

腹足纲软体动物

它是软体动物中最大的纲，包括变化多样的种类，如蛞蝓、蜗牛、荔枝螺、蝾螺和帽贝(见插图)。这一类动物不但生活在海洋及淡水中，而且在陆地上也有分布。它们的多样化在饮食习惯及身体结构中得以体现。大约35,000种腹足纲软体动物中，有食草的、食肉的、寄生的及以微生物为食的不同饮食习惯；从体型来看，属于这一纲的动物不但有生活在沙粒间的微小物种，也有长达70厘米(28英寸)的大海螺。

所有腹足纲软体动物都具有能行走或游泳的肌肉足，它们的科学名称叫“腹足”，而且几乎都有齿舌。在食肉的物种中，齿舌有尖利的牙齿，可撕裂食物，而在特化的锥形壳内，齿舌已演变为一种类似鱼叉的武器，并具有毒腺。大多数腹足纲软体动物外部都覆盖着坚硬及用途广泛的壳。通常壳上有一层坚硬的蛋白质，一层蛋白质与白垩的混合物及白垩内层。一些壳为简单的锥形，但大部分为复杂的螺旋形；这类动物的外形被证明是适应生长及使身体坚实的最好的“设计”。大多数腹足纲软体动物为有性繁殖，产下能自由游泳的幼虫——称为面盘幼体，但有些腹足纲软体动物产下很大的卵并有坚硬被膜囊的保护，在囊中，卵直接发育成微小的成熟腹足纲动物。

非洲巨蜗牛是最大的陆地腹足纲软体动物。尽管外表与花园中的蜗牛没有太大不同，但非洲巨蜗牛体大，有20厘米(8英寸)左右长的壳，是现知较大的物种。由于它们潜在的食用价值，除原产地非洲外，在许多地区都有引进。但因为大量消耗各种植物及快速繁殖的能力已使非洲巨蜗牛成为危害严重的动物，特别是在东南亚地区。

大部分海洋腹足纲软体动物栖息于海底，并用宽平的足爬行，但也有一些动物为了觅食丰富的浮游生物而逐渐适应了在浅海水域的生活。这些物种的壳已退化，并且原来的足转化成了两个与翅膀相似的游水器官。海蛞蝓以其他动物为食，身体颜色鲜艳并缺少外壳。海蛞蝓的体色有警戒作用(见167页)，因为它们的皮肤内包含有难闻的酸性物质，而有些因食腔肠动物，使其体内出现了含有引起刺痛细胞的特殊器官(见53页)；以上所有器官都是软体动物用于自卫或攻击的武器。

陆地腹足纲软体动物为了适应干燥环境而采取的措施为：原有的呼吸器已进化为可关闭的肺，以及一种交媾的生殖方式。数量极少的胚胎有其单独的营养来源，并被产在潮湿的地区生长。为了避免日光照射引起脱水，陆地腹足纲软体动物通常在夜间活动。

双壳软体动物

双壳动物(双壳纲)如同它们的名称描述的一般，外壳由两部分(或瓣)组成，这两部分由一种有弹性的铰合部相联。双壳动物约有14,000物种，其中有蛤、贻贝、牡蛎及鸟蛤。这一类动物的全部身体都可以缩入壳内来寻求保护。双壳类动物是现存的主要滤食动物，不具有齿舌与明显的头部。通过巨大呼吸管上成千的纤毛有节奏的拍击，大量的水经由虹吸管被吸入壳内，同时，当水经过呼吸管时，一些小型浮游物质被滤出。经过选择，这些物质中的有机物被保留为食物；随后，滤过的水及无用的细小物质通过第二个虹吸管被排出体外。大蛤的进食方法与其他动物有所不同(见插图)；与珊瑚相似，蛤和光合藻有着共生关系，它们从藻的多余产物中获得营养。

尽管少数双壳类动物可自由游泳(见插图)，但大部分几乎静止不动。许多双壳类动物一生都固定在岩石或其他坚硬物体的表面，而另一些有足动物则钻入沙中或泥中。由于行动的局限，许多双壳类动物成为了海星等的主要猎食目标。但双壳类动物会利用足来作出快速的逃跑反应。一些如扇贝的双壳动物能合上壳的两片瓣膜并跳离袭击者。双壳类动物通过幼体占据新的栖息地来扩大生活区域。它们在水中产下上千万的卵，卵又受精及发育成浮游幼体。这些幼体然后被海流带到新的栖息地。

双壳类动物由于生长快速，易于捕食及营养丰富而被人类广泛养殖、食用。一些物种把与食物一起进入的细小砂砾包

普通帽贝(上图)多生活在多岩石的海岸线上。它们利用齿舌(软体动物独特的觅食器官)从岩石上锉下绿色海藻并以此为食；帽贝的齿舌较宽，舌上有多排牙齿，这种牙由几丁质(这种蛋白质也存在于节肢动物的外骨骼；见58页)构成，异常坚硬。像小型割草机一样，帽贝有规则地在岩石表面来回移动，并在后面留下明显的痕迹(下图)。

滤　食

滤食是攫取浮游微粒为食的海洋动物觅食的一种主要方式。办法很简单——尽可能地并且有效的过滤大量的海水。过滤方式共有两种——主动与被动。被动滤食动物，如石帆、海百合、缨鳃蚕及一些海蛇尾，利用海中的自然水流。它们张开伸展的爪或触手在水流中拦截过往的食物，所有微粒不论大小都逃脱不了，其中包括微小的植物碎片及其他浮游生物。但大部分滤食动物只吃一种食物。粘质触手或微小突起如纤毛或钩可以用来作截获工具。凹的盘状身形是最合适的拦截浮游生物的外形，而且许多被动滤食动物都拥有这种外形。很多深海物种身上长有肉柄。

主动滤食动物通过触角的活动或拍打肢体产生水流。它们有固着动物如海绵、双壳软体动物、藤壶及海鞘，另外还有能自由游泳的甲壳纲动物如桡足动物。过滤组织的设计是为了捕获特定的物质及从其他物质中筛选出有用物质。自由游泳甲壳纲动物的肢体周边饰有软毛，被用来截获浮游物质。这些肢体能收缩或展开来以捕获大小不同的微粒。大型固着滤食动物，如海绵，经常吸引其他移动的滤食动物爬到海绵上利用海绵产生的水流获取食物。

双壳动物的多样性。热带海洋中的大型蛤（右）和其他蛤一样与光合海藻有共生关系，并从中得到营养物质（见正文）。它们是现存最大的双壳动物，长达1米(39英寸)；相反，最小的物种成熟时长不到1毫米(1/25英寸)。锉蛤(上图)是极少有能力游泳的双壳动物之一——大多物种基本上静止不动。

入壳内，最终形成珍珠。当然人们也可用类似方法人为地诱导而长出各种形状的珍珠。尽管海水与淡水蛤贝都可生产珍珠，但蛤内孕育的珍珠才真正具有商业价值。

头足纲动物

头足纲动物与蛞蝓及蛤完全不同，这一类动物包括乌贼与章鱼。它们已经进化为高度特化的动物，并且以其他动物为食——它们行动迅速，而且比其他无脊椎动物智商高。它们成长快。但令人惊奇的是，如此复杂的动物一生只在死前繁殖一次。

枪乌贼的身体长，呈流线型并且无壳。身体一边为头部，头上有两只大眼睛与十只触手。八条吸爪与两只用以捕食的触手是由足演变而来的。在接近尖状末端的一边，有一对对称的鳍，它们使身体保持平衡。枪乌贼通过进化形成一种奇特并行之有效的在水中的移动方式——它们能在水中悬浮呈静止状态或通过一种喷气推进快速冲往任何方向。体壁肌肉收缩，水经过脑后的漏斗被压出体腔。由于漏斗可指向任何方向，因此枪乌贼可以准确控制自己的行动。

为了适应其以捕食其他动物为生的习性，枪乌贼有高度发达的感知系统及与之有关的视觉与平衡能力。它们的眼睛与人类的极为相似，这表现在晶状体、角膜、虹膜与视网膜(见189页)的排列上。从眼睛及其他感知器官得到的信息被传到组织严密的大脑，再由大脑发出指令，协调动物自身行为。

枪乌贼生活在宽广的海洋中，经常大量成群出现，以甲壳纲动物和鱼类为食。如果猎物在攻击范围内，即射出两只长触手把猎物拖回再由八只触手牢牢抓住；然后用强壮的嘴咬住并射出毒素使猎物屈服；最后咬嚼吞食。在口腔中，有古老的软体动物的齿舌，被用来撕碎食物。南大西洋及其他地区的枪乌贼由于有经济价值而被大量捕捞。

乌贼在许多方面与枪乌贼相似，但它们在靠近海岸处生活，通常在近海底处游泳及觅食。与枪乌贼一个主要的区别是，乌贼有内壳，可作各种漂浮活动，也能保持悬浮状态。所有头足纲动物都能变换体色(见方框，67页)，但只有乌贼能展示令人眩目的众多色彩变化。这种情况是由于乌贼皮肤内有小型的可收缩的囊，每个囊内含有三种颜色中的一种。这些囊可以伸展或收缩，产生闪亮颜色的变化或长期保持某种体色图案。乌贼利用专门的颜色图案来威慑敌人、求偶与分散猎物的注意力。但奇特的是，乌贼本身是色盲。

章鱼只有八只触手，与枪乌贼和乌贼不同。它们大多生活在海底。尽管有些章鱼身长可达1.8米(6英尺)，但总的说来大部分体型较小。科学研究表明，章鱼的神经系统非常复杂。它们能够把特定的视觉和化学物质的暗示与奖赏或惩罚联系起来。而且这种记忆能保持好几个星期(见150页)。它们能区分通过视觉或触觉得到的信息，这种区分能力惊人的强。虽然进化程度很高，现存的头足纲动物仅仅是以前繁盛一时的某一物种的残余种。在鲨鱼及鹞鱼(见70页)一类有骨鱼类进化前，头足纲动物生活在浅海区域，以捕食其他动物为生，并控制海洋千百万年。这一点可以从岩石中发现的菊石与箭石化石得到证明。而现在，只有几种高度专化的头足纲物种能和鱼类在海洋中竞争。

大枪乌贼是现知最大的无脊椎动物：长18米(59英尺)多的个体不断被冲上海滩，但它们却是罕见的在深水中生活的物种。

参见

- 变色(方框) 67页
- 学习与智力 150页
- 捕食者与猎物 164页
- 防御、伪装和欺骗 166页
- 动物的移动方式 176页
- 海洋生态系统 220页

节肢动物

从数量及物种的多样化来看，节肢动物是地球上最成功的现存有机体。甲壳纲动物，如螃蟹及虾，是海洋中主要的节肢动物。在陆地上，昆虫可分布于绝大多数生境。除了昆虫，另外两种重要的节肢动物——蛛形纲(蜘蛛、螨和蝎子)及多足纲(千足虫与蜈蚣)——是地球上分布最广的陆地动物。

不论它们的进化祖先是什么，现存节肢动物体现出了物种极度多样化的特点。作为这一动物群体的辨别特征是有分割的外骨骼与成对的节肢。

优势与缺点

节肢动物的优势在于它们的外骨骼，外骨骼被用来支撑及保护身体。外骨骼是由表皮的保护层形成的，表皮覆盖着体壁下柔软部分。表皮是由被称为几丁质的复杂分子构成的。当与不同比例的蛋白质和无机盐(如碳酸钙)混合后，节肢动物的骨骼呈现出极大的变化，有围绕毛虫的柔软的有弹性的袋状物，也有大螯虾极端坚硬的爪子。

几丁质的形成是以乙酰葡糖胺的长链分子为基础的；这些分子相互横向结合形成坚硬的纤维，被埋置在蛋白基质内。外骨骼通过一种被称为革质化的过程会更加坚硬。在此过程中，外骨骼变黑是由于器官中的有机化合物醌的增加，在蛋白质变硬后，醌变为黑色素。外骨骼不坚硬的地方才有可能移动，因此移动处需要关节。这些关节是由灵活的表皮组成的，并可以做出与有内骨骼动物同样的多种动作。

尽管有这一明显的成就，外骨骼还是有它的缺点。最大的缺点就是：坚硬的外骨骼限制了动物体型的大小。成长只有在旧骨骼蜕掉，更大的新骨骼形成时才能发生。这一过程就是我们所知的蜕皮(见62页)，所有节肢动物在长成前都要经过几次蜕皮。每次蜕皮过程中，节肢动物变得易被它们的天敌、寄居动物或疾病伤害。另外，对于陆地物种来说，还有脱水的危险。大部分旧骨骼或被吸收，或在新骨骼中被重新使用，尽管如此，每次蜕皮后，总会丢失一些废皮。蜕皮的需要也许会影响节肢动物最终的身体大小，因为在蜕皮过程中，节肢动物必须在新的表皮变硬之前，保持身体的形状。

缺少的环节

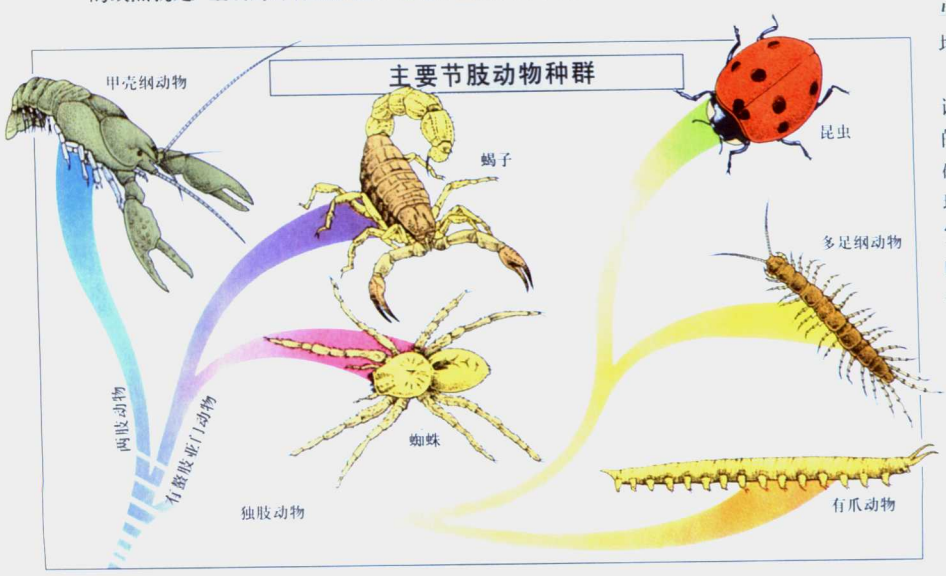
在所有节肢动物中，绒虫或有爪动物是最古怪、最没有特点的。它们的特点同样可以在环节动物(见55页)及其他节肢动物中找到，这揭示了在蠕虫与节肢动物中间失去了一个环节，而有爪动物代表了这一环节。这种可能性有多大，目前还不敢肯定，而且在对于节肢动物起源问题达成更统一的共识之前，有爪动物与其他节肢动物的关系还不很清楚。有爪动物尽管最大可以达到15厘米(6英寸)长，但它们一般体型很小。有只对光有感觉的已退化了的眼，以及一对肉质触角。尽管含有壳质，有爪动物的表皮很薄而灵活，并且没有分割，肢体无关节结而且呈肉质。像昆虫一样，有爪动物通过呼吸管呼吸；而且体内器官的排列与正常节肢动物相似。有爪动物的主要危险是脱水，因此它们只能生活在潮湿的热带及亚热带地区。作为食肉动物，有爪动物在夜间以昆虫或其他小型动物为食；它们也吃腐肉。如果被袭击，有爪动物嘴一侧的一对短小附肢会射出一种液体。与空气接触后，液体变粘，并形成粘滞的丝状体盖住袭击者。

节肢动物的进化

节肢动物的进化史一直是人们争论的焦点。节肢动物拥有分节的外骨骼及节肢的事实，曾被广泛认同的一种理论：节肢动物由具有相同特点的古老的简单动物种群进化而来。但最近对节肢动物外骨骼、骨节、嘴部及腿部化学组成部分的相互对照分析表明：这种理论可能不成立——身体有分割的类似蠕虫的祖先可能分出几个清晰的进化家系，而且节肢动物最基本的生理特点已经过多次进化过程。

根据这一理论，第一个进化路线(独肢动物)产生了昆虫、多足虫及有爪动物绒虫(见方框)。它们都有简单的(独肢的)腿，基本上以同样方式行动。第二支系(双肢动物)产生了甲壳纲动物，腿部有两肢，除了正常的腿外，还有一个靠外部分，被用来饮食或游泳。第三支系产生了有螯肢亚门动物(蜘蛛、蝎子与螨)及现已灭绝的三叶虫。这一门中的海洋物种只有一肢，但与甲壳纲动物的样式不同，而陆地物种只有独肢。

这种观点并没得到全球公认。最近以节肢动物分子为基础的研究(建立在核糖体RNA的基础上)表明这种三类进化枝系的理论可能是错的，但节肢动物确实构成了单一的动物种群。由于两种理论都具有有说服力的证据，节肢动物进化史之谜还要过一些时候才能被揭开。



参见
· 昆虫 59—65页
· 甲壳动物 66页
· 蜘蛛和其他蛛形纲动物 68页

昆虫：形态与结构

昆虫的体型在现存所有的有机体中被证明是最成功的。根据统计，全部动植物物种中80%以上是昆虫，而且它们遍布除海洋外的几乎所有生境。甲壳纲动物是海洋中的主要节肢动物。昆虫的优势在于它们表皮覆盖着一层蜡，质轻且坚硬，保护性好，特别能防止脱水。正是因为这一原因，它们是广泛生活在干燥陆地的惟一无脊椎动物种群。

昆虫微小的体型意味着生存的空间对它们来说是无限的。对于一头沿着森林边缘觅食的象来说，一棵树只能为它提供一部分食物，但对于只有几毫米长的昆虫来说，这棵树可以为上百种昆虫提供栖息地。

体型的优势

这些大量合适的栖息地只有在昆虫能达到时才能被利用。身型微小带来的一个问题即是：距离会被相对加大；如果想在陆地上广泛栖息，行走并不是一个有效方式。为了克服这一困难，无脊椎动物中只有昆虫进化拥有了飞行能力。

身型微小还带来了其他好处。小型动物的寿命比大型动物寿命短是一个普遍的自然法则。这就意味着在某一特定时间内，小型动物如昆虫会比大型动物经过更多的生命周期。这种快速的生命交替使自然选择的进化过程得到加快，因此数量激增的物种对外界环境适应加强，而最终使栖息地扩大到广泛的范围。

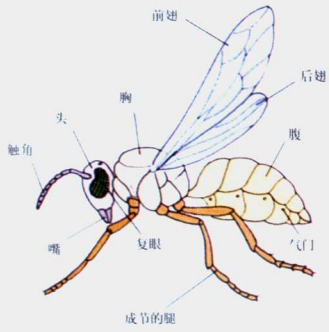
头部及胸部

一般来说，由于它们身体的三个组成部分：头部、胸部及腹部，昆虫极容易被辨别。头部通常有一对用来观察外界的复眼，另外2个或3个单眼被用来对不同程度的光线做出反应(见188—191页)。在嘴边的两个触角及两对触须(细小的感知附属器官)能够提供有关触觉及味觉的信息。嘴部特别适于咬食，但在许多物种中，它们已经变化并被赋予了其他的功能(见方框)。头部里面是有两裂片的脑，与复眼中的光瓣紧连；两条神经索经过大脑到达第一个神经节，分离成节的一系列神经节沿着昆虫的腹侧延伸(见182页)。

昆虫身体的中间部分是胸部，它也是运动的中心。胸部由坚硬的盒状室组成，里面是控制两对翅膀的肌肉。翅膀通常很薄但很强壮，血管的网络使翅膜变硬。一些昆虫移动翅膀是通过收缩紧贴翅膀的肌肉来完成的，而其他昆虫则使用一种间接的“拍打”结构(见177页)。除去飞行，

参见

节肢动物	58页
昆虫	60—65页
动物运动方式	176页
消化	178页
呼吸与循环	180页
神经及内分泌系统	182页
感觉与知觉	188页



翅膀还有其他功能。在像甲虫及蝗虫一类的昆虫中，前翅坚硬，用来覆盖及保护体下的后翅。蟋蟀利用翅膀发出声音，而其他许多昆虫的翅膀有颜色或图案，因此常被用于求偶展示或伪装。

昆虫的三对腿紧贴着胸的下部。腿上的一些肌肉分布于肢体上，但也有一些分布于胸的内部；而一些昆虫的肌肉分布在翅膀及腿上。昆虫的腿型区别很大，蝼蛄的前腿用来挖掘，所以很强壮；蝗虫的后腿则很长，是用来适应跳跃活动的。螳螂与蝽蛉的前腿被加长而且像剪子，用来捕抓猎物。水生昆虫的腿部已产生了变化，以适应游泳。如龙虱及划椿，它们后腿平并在周围饰有长毛，有如船桨一般(见方框)。

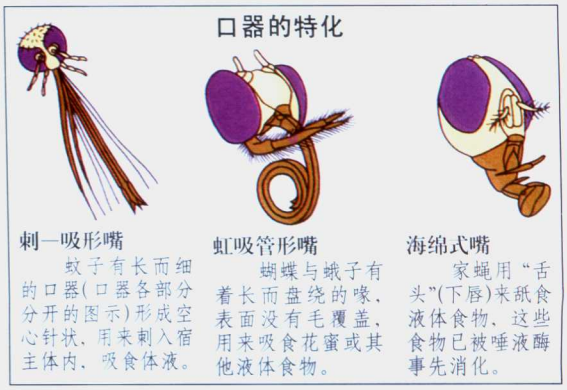
腹　部

腹部位于昆虫身体的后部，是消化及生殖系统。大多数昆虫的腹部是分节的，在末端有一系列成对的细小附肢，用于生殖。雄性昆虫拥有一种钩子，在射精时用来钩住雌性昆虫，而雌性昆虫在类似的部位有产卵器，被用来在特定地点(树皮缝或其他昆虫的身体组织)排出受精卵。许多蜜蜂，蚂蚁及黄蜂的产卵器呈尖状，被用来自卫，杀死猎物或使其致残。

昆虫的肠由三部分组成。前肠由嘴部开始，经过胸部的狭窄食道，然后在腹内膨胀，形成贮存食物的嗉囊。有囊的中肠与分泌细胞并列，是食物消化吸收的场所。昆虫的排泄器官(相当于人体的肾)叫做马尔皮基氏管，在中肠与后肠的连接处与食道相连。后肠中，水被从废物和排泄物中抽取出来。最后粪便及排泄物质由腹部末端的肛门排出。

昆虫的血液系统较简单。体内器官浮动在充满血液的血腔中。血液(或血淋巴)被位于腹背的管状心脏搅动。一条简单的血管从心脏延伸到头部。血被抽入头部，然后又通过胸部渗透回腹部。血液中携带营养物质、废物及二氧化碳，同时也包括用来抵御外来细菌的血球，但(与脊椎动物相比)昆虫的血液中不携带氧气。

各器官通过一系列呼吸管获得氧气，这些呼吸管通过外骨骼内的孔(气门)探出体外(见180页)。虽然这种系统非常适用于昆虫，对于大一些的动物就不合适了，因为气门与呼吸管会大到难以控制。这种呼吸方式(除了使昆虫蜕皮外)还能解释昆虫的体型为什么如此之小。



昆虫的分类

目前科学上已知的昆虫物种的数量大概有200万种，但还有数百万的其他昆虫——大概是现有数量的10—12倍——有待人类去发现。尽管物种数量众多，所有现存昆虫仍可被分为29个目，这些目中昆虫的体型大小及重要性都各不相同。依照不同的特点，昆虫还可以不同的方式进行分类。

按一般原则来说，昆虫可被为二大类群——无翅与有翅虽说这是基本分类原则，某些情况也有例外，一些昆虫在进化的过程中已经失去翅膀，成为特殊种群(见方框)。

无翅类昆虫

无翅昆虫的4个目(缨尾目、双尾目、弹尾目及原尾目)之间的差别很大，后两个目与一般昆虫不相像。这引起了一种建议，那就是原来被认为是昆虫的六足动物应被归为六足类。弹尾目及原尾目昆虫应组成两个不同的纲，而昆虫成为第三纲。

无翅昆虫的一些特点表明它们与独肢的节肢动物(见58页)，特别是多足纲的动物(蜈蚣及千足虫)有关联。像多足纲动物一样，它们在一生中要不停地经过蜕皮而成长，这种蜕皮在昆虫性成熟后还会发生。多足纲动物在身体每一节处有一对肢，而无翅类昆虫在身体每一个节处都有两个退化了的肢状结构。相反，有翅类昆虫成长要经过一系列的幼虫时期，到成虫时就停止成长，在腹部没有任何附肢。

有翅类昆虫

有翅类昆虫的25个目可再分为两个类群——外翅类及内翅类。这是依据它们成长及过渡到成虫的方式来划分的(见63页)。在外翅类中的16个目中，翅膀就如同它们的名称所显示的生长在外部。幼虫时期，有时被叫做若虫，与成虫正好相反，体小而无翅。当它们通过蜕皮由一个阶段进入另一个阶段时，胸部的小肉芽就是翅膀的原始标志。当个体昆虫完全长成后，通过最后一次蜕皮转变为成虫，同时翅膀肉芽也被真正的翅膀所代替。这时生殖系统也完全发育成熟。因此由幼虫向成虫的转变是渐进的，并且在身体外型上没有巨大的变化。由于这个原因，这些昆虫被认为经历的是不完全变态。经过这种成长的例子有蝗虫及蟋蟀(直翅目)，蜻蜓(蜻蜓目)，蠊(革翅目)，蚜虫(半翅目)等。

原始或是先进

昆虫可基本分为两类，有翅或无翅。弹尾目属于无翅类昆虫，另外一些没有翅膀的昆虫也被归为这一类，而且还被认为是"原始的"——比较普通而且与原始物种的形式相近，无变化或少有变化。

根据这一标准，从字面上解释，由于缺少翅膀，跳虫应属于无翅类昆虫。但实际上，跳虫是高度进化的特殊昆虫，它们为了适应寄生的生活方式，在进化过程中失去了翅膀。因此它们被认为是次生无翅类昆虫。

这是分类学上经常遇到的一个困难。一类动物在组织或特点方面的缺失可能表明此类动物是原始的，而且这一类动物起源于这一组织进化之前，但这一类动物也可能是相当先进的物种，而且这一特点原本存在，只是在进化过程中失去了。只有仔细思考多种证据才能提出这种的问题。

相反，内翅类的9个目昆虫的幼虫与成虫差别很大。它们不但体型不同，而且饮食及栖息地都有差别。由于幼虫与成虫差别如此之大，此类昆虫必须在成长的过程中经历一种中间的阶段(成蛹阶段)。在这个时期，幼虫转化为成虫，体型变得成熟，其中包括翅膀及生殖器官。因此，在这种情况下，如同这类昆虫名字所显示的，翅膀在蛹内发育。由于身体形态上的变化，这类昆虫被认为经历了完全变态。内翅类昆虫中有人们熟知的甲虫(鞘翅目)，蝴蝶与蛾子(鳞翅目)，苍蝇(双翅目)，蜜蜂，蚂蚁及黄蜂(膜翅目)。

尽管外翅类昆虫的目数比内翅类多2倍，它们却只占所知昆虫种数的12%。大部分昆虫属于内翅类的几个目，其中最重要的就是甲虫。这一目包括一半以上的昆虫以及人们所知动植物物种的1/4。内翅类昆虫的生活方式(其中包括幼虫通过静止的成蛹阶段与有翅成虫不同的饮食)很明显是它们成功地在地球上繁衍的诀窍。这类昆虫在生命各个阶段有几个外翅类无法比拟的优势。成虫与幼虫通常栖息地不同，而且嘴部构造不同，因此食物也各不相同。这防止了成虫与幼虫间的食物竞争，因此增加了整个物种的食物来源。另外，成蛹的静止阶段与干旱或冬天食物缺乏时期恰好吻合，所以季节性的栖息地也可被利用。

昆虫的进化

六足纲动物最古老的化石来自于泥盆纪时期(4亿—3.5亿年前)，并且是弹尾目昆虫。一些看起来与今天无翅类昆虫相似的化石在石炭纪与二叠纪时期(3.5亿—2.5亿年前)的沉积物中被发现。

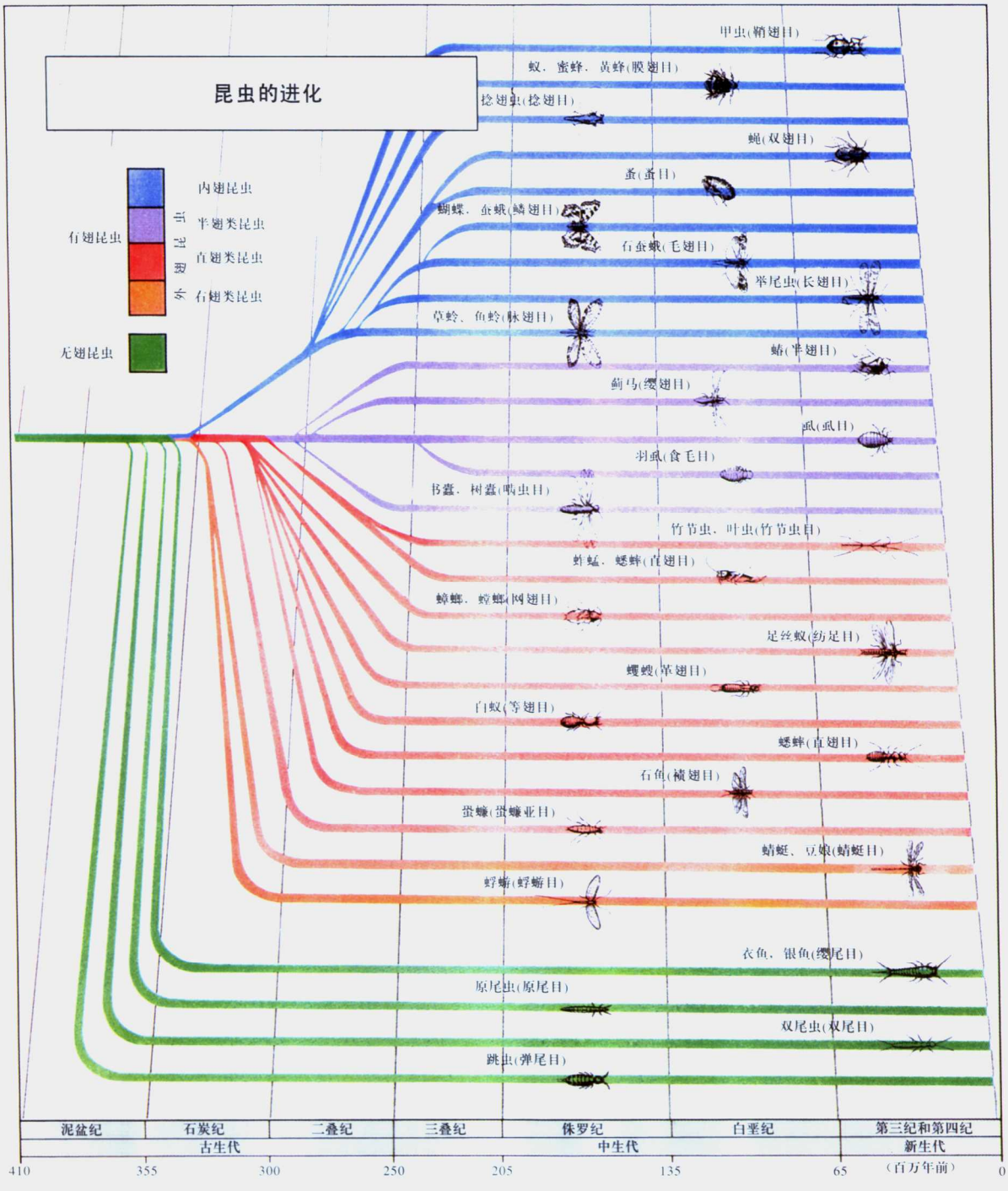
外翅类昆虫的化石历史表明在石炭纪末期，也就是3亿年前，已经出现有翅物种的多样化了。由此飞行能力在昆虫进化的早期就得到了加强。外翅类的一些最古老化石沿着身体的长度有一些扁平的盾片。这表明这些对称的盘形物最早使昆虫能够滑行，或许帮助昆虫逃离天敌。如果盘状物能被肌肉翘起，滑行能力会得到加强，而这也是迈向拍翅飞翔的一小步。但飞翔能力最终得到提高，这使昆虫占有明显优势，扩大陆地上的栖息地。

最早的有翅类昆虫不能在腹部上面折起翅膀。这种缺陷如今依然存在于蜉蝣及蜻蜓上，同时在它们的翅膀上仍有同古化石一样的复杂网状脉序。这些昆虫因此被认为是一种巨大而且物种多样的动物种群的残存种，这一动物种群在古生代(2.5亿年前结束)曾繁盛一时。它们与其他昆虫有所区别，被叫做古翅类。其他所有有翅类昆虫(新翅类)的翅膀都能折叠。另外，有明显的特征显示，除了古翅类，新翅类中还有至少3个进化过程中的昆虫分支。直翅类昆虫的祖先也应是石炭纪的类似蟑螂的昆虫。在这一类昆虫中，前翅通常很坚硬并比受其保护的折叠后翅小。半翅类昆虫则要追溯到二叠纪。这一类昆虫的特殊之处是其用来吸食流食的尖锐口器。

古翅类、直翅类及半翅类都是外翅类昆虫。内翅类昆虫不易再分，而且可能由单一起源进化而来。

参见

- 地球的年龄 4页
- 进化 12—17页
- 生命的分类 18页
- 节肢动物 58页
- 昆虫：形态与结构 59页
- 昆虫：生命周期 62页
- 昆虫的相互作用 64页


昆虫的进化
有翅昆虫
内翅昆虫
半翅类昆虫
直翅类昆虫
右翅类昆虫
外翅
无翅昆虫
甲虫(鞘翅目)
蚁、蜜蜂、黄蜂(膜翅目)
捻翅虫(捻翅目)
蝇(双翅目)
蚤(蚤目)
蝴蝶、蛾(鳞翅目)
石蛾(毛翅目)
蚋(长翅目)
草蛉、鱼蛉(脉翅目)
蝽(半翅目)
蓟马(缨翅目)
虱(虱目)
羽虱(食毛目)
书虱、树虱(啮虫目)
竹节虫、叶虫(竹节虫目)
蚱蜢、蟋蟀(直翅目)
蜻蜓、螳螂(网翅目)
足丝蚁(纺足目)
蠼螋(革翅目)
白蚁(等翅目)
蟋蟀(直翅目)
石䗛(襀翅目)
蛩蠊(蛩蠊亚目)
蜻蜓、豆娘(蜻蜓目)
蜉蝣(蜉蝣目)
衣鱼、银鱼(缨尾目)
原尾虫(原尾目)
双尾虫(双尾目)
跳虫(弹尾目)
泥盆纪
石炭纪
二叠纪
三叠纪
侏罗纪
白垩纪
第三纪和第四纪
古生代
中生代
新生代
410
355
300
250
205
135
65
0
(百万年前)

昆虫：生命周期

昆虫能成功地适应外在环境很大程度上归功于它们极为多样化的体型、大小及生活习惯。这种多样化使它们能适应从冻原、沙漠到沼泽、热带森林，不论陆地或淡水的全球各种生活环境。昆虫的食物来源的范围也很广。

但是仅仅在特定的生境中生存是远远不够的。只有成功的繁殖才能使昆虫在一个地区繁衍生息。而在这一点上，昆虫已经证明自己是杰出的：进化中生活周期所表现出的多样性就是一个证明。

寻找配偶

对像昆虫这样的生物来说，它们生存的世界肯定显得很复杂。雄性昆虫是如何寻找雌性配偶的呢？在一些情况下，视觉参与寻找配偶的过程。有斑点的雄性森林蝴蝶守卫着作为自己领地的微小日光斑点，并等待着能够吸引过路雌性蝴蝶。热带地区的夜晚，雄性萤火虫通过腹部下面的发光器发出荧光；雌性萤火虫同时也发出荧光回应。在东南亚，无数萤火虫同时发出的荧光在树丛中形成了一种极漂亮的焰火表演。

还有更普通的化学物质被用来吸引配偶。雄性或雌性昆虫发射出易挥发的物质来吸引异性。这些化学物质叫做信息素(见 152 — 155 页)，它们不仅好闻，而且实际上可以影响嗅到信息素的昆虫的生理情况，并改变它的行为。如果风向正好，这些信号可以影响到很远距离以外。雌性蛾子发出有吸引力的信息素，由风携带传送出去，雄蛾用细小、有毛的触角接收这些信息(见 188 — 189 页)。

其他一些昆虫利用声音吸引配偶。雄性蛀木报死窃蠹虫用头撞击树洞壁，产生嗒嗒的声音来吸引雌性。蝗虫通过它们腿或翅与腿节内侧一系列钉状物的摩擦发出复杂的声音，而蟋蟀则摩擦翅膀产生相似的效果(这一过程被称为“摩擦发音”)。蝉则通过膜状鼓膜上肌肉的震动发出很大的声音。

求偶与交配

当雄性昆虫接近雌性昆虫时，它们会开始一种求偶展示。这些展示规则性很强并随之而来一系列不变的动作。任何打断往往意味雄性昆虫需再从头开始一遍。求偶通常采取旋转舞蹈的形式，雄性昆虫用它的翅来修饰这种展示。雄性灰色蝴蝶抓住雌性两翅间的触角，同时从特别的腺嗅觉翅瓣中发出一种激发性欲的信息素并涂擦在雌性的触角上。蝗虫会发出一种特定的声音来与雌性交配。

对于陆地动物来说，体内受精方式非常普遍，昆虫也不例外。昆虫采取几种不同的交媾姿势。通常，它们尾对尾，用一种复杂的生殖器官把双方锁住。大部分雄性昆虫从睾丸中射出的精子贮存在精包中。精包在交媾中进入雌性生殖道，溶解并释放出精子，在需要之前精子保存在受精囊内。当卵子从卵巢到达输卵管时，精子被释放出来使卵子受精。在半翅目臭虫科中却有非常奇特的变化，其中包括吸血臭虫。雄性刺入雌性腹部，把精子直接射入血腔。然后精子游移到卵巢，使卵子受精。

生长发育

昆虫发育通常由雌性产下的卵开始，然后卵孵化出幼虫。但也有例外，胎生物种中，雌性直接产下幼虫。蚜虫经常越过产卵这一过程来增加同一季节中繁殖的代数。舌蝇的幼虫在母体内与子宫相似的输卵管延伸部分内得到养育。尽管一次只产一子，由于幼虫在母体内得到充分的发育，当它们生出后马上就能钻入土中化蛹。

昆虫的成长发生在幼虫这一时期。在这一时期，昆虫经历一系列的阶段——龄虫阶段。这一阶段的多少取决于物种的不同。通常幼虫时期要经过 5 或 6 个阶段，但在一些幼虫时期长的物种中，大概要经历 15 或更多个阶段，如蜉蝣。昆虫通过蜕皮(见插图)从一个龄虫阶段进入另一个阶段。每一次蜕皮过程中，昆虫的外层细胞(真皮)在激素的控制下发生一系列复杂的变化。蜕皮激素能引起蜕皮过程，而另一种幼虫激素能保证真皮细胞保持幼虫状态而不至变成成虫或蛹的表皮。细胞首先分裂，通过增加数量来覆盖新的身体增大的龄虫。这使外骨骼与真皮分离。真皮细胞然后产生新的外骨骼并分泌可以消化吸收大部分旧外骨骼的酶。

当新的外骨骼成形后，昆虫吸入空气以扩大自己的身型，这导致旧皮沿着薄弱部分开裂，然后昆虫从旧皮中挣脱出来。

昆虫的成长是通过蜕皮这一过程完成的。这里展示的是雌性蜻蜓与它刚刚脱掉的皮。在第一次飞上天空之前，它正等待着翅膀表皮变硬。

参见

- 节肢动物 58 页
- 昆虫：形态与结构 59 页
- 昆虫的分类 60 页
- 昆虫的相互作用 64 页
- 动物的交流 152 页
- 领地，交配和社会组织 156 页
- 性与繁殖 184 页
- 生长与发育 186 页

在新的表皮变硬并能完全支撑内部器官前，昆虫通过内部压力保持新体型。在每次蜕皮中，表皮的所有组成部分都要脱去，这包括体内的前后肠及气管。在脱去的皮内，通常能看到如纤绳一般的前后肠及气管。

当幼虫成长过程结束时，外翅类昆虫(见60页)经过最后一次蜕皮进入成虫时期，但内翅类昆虫(见60页)的蜕皮却使它们进入化蛹时期。在化蛹之前，许多幼虫会寻找一个合适的地方：一些钻入土中而其他一些找到有遮拦的裂缝。在最后一次蜕皮中，低级幼虫的激素使由真皮细胞形成的表皮形式发生变化。在化蛹时期，昆虫体内的大部分组织都被破坏，重新以成虫组织形式成型。成虫的各种组织从小的器官芽发育而来，这些器官芽存在于幼虫阶段，但一直处于不发达状态。当完全发育成熟后，成虫表皮从蛹皮中分离出来。成虫吸入空气，增大身型，使蛹表皮裂开，成虫从中脱身。在有翅类昆虫中，血液沿着翅脉流动以使表皮变硬前昆虫翅可以扩大。

生殖变异

在大多数昆虫的物种中，都有雌雄两性。繁殖通过精子与卵子的结合得以完成。精子与卵子为受精卵各提供一半的遗传物质，这使受精卵有可能发育成雌性或雄性。但在单性生殖的物种中，没有雄性，雌性昆虫在没有帮助的情况下产下可发育的卵子。因此，所有的遗传因素都来自母体而后代只有雌性。

膜翅目的昆虫如蜜蜂、蚂蚁与黄蜂，体内通常有一种能决定后代性别的繁殖系统。交配后的雌性昆虫有一定数量的精子使卵子受精。如果卵子受精成功，后代即为雌性；否则，即为雄性。如果雄性昆虫变少，那么一些雌性昆虫就不进行交配而只产雄性昆虫，因此下一代的雄性昆虫的比例就会增加。蜂后的受精囊表面有一个瓣膜能用来决定是否使卵子受精而繁殖雄性蜜蜂。

在一些寄生蜂中有一种特殊的情况，被称为多胚现象。一只寄生蜂产下的一个卵子有3000个胚胎。每一个都会发育成个体。尽管这是一种非常有效的繁殖方式(尤其是当产卵有危险时)，但这在其他昆虫中是极其少见的。

一些昆虫在有效的阉割后，丧失了繁殖功能。在营社会生活的昆虫中，只有皇后产卵。工蚁、工蜂或白蚁都是雌性，但它们在成长过程中丧失了繁殖功能。在白蚁中，由蚁后发出的信息素被认为使其他雌性白蚁不能生育。如果蚁后死了，信息素也因此消失，有有效繁殖系统的雌性白蚁发育后，其中之一会取代死去的蚁后。雌性蜜蜂只有食用王浆，其生殖系统才能得以发育(见65页)。

捻翅目的雌性昆虫很奇特，外型似蛆，寄居在宿主昆虫的腹部。受精卵在雌性昆虫体内发育，然后产生的幼虫又挑选其他昆虫寄居。由于捻翅目昆虫的寄居，宿主本身变化很大：体色变化，触角及外生殖器变得不正常，生殖系统慢慢失去功能。这些宿主叫做“被捻翅目昆虫寄生的”。

一些昆虫的生活周期显示出好几种繁殖形式。一年中，许多蚜虫从一个植物宿主转到另一个宿主。燕麦蚜虫冬天时以卵的状态栖息在樱桃树的树皮上。春天，卵发育成熟并可单性繁殖多次。在初夏，长成有翅昆虫，并飞向草地，包括谷物，在那里通过单性繁殖又产生更多的蚜虫。秋天来临的时候，单性蚜虫已变为有翅的雌雄双性。它们飞向樱桃树，交配，产下受精卵，生命周期又重新开始。从孤雌生殖到有性繁殖的变化是由于白天长短及气温不同而引起的。

昆虫的多样性

两只锹形甲虫，雄性位于左侧。许多昆虫都有二态性，这使得它们的多样性又增加了一条。

昆虫显示出不同寻常的多样性。仅拿昆虫大小为例，小的甲虫有0.25毫米(1/100英寸)，大的竹节虫比小甲虫大出1200倍，可以长到30厘米(12英寸)。这种多样性并不限于物种的数量，因为在同一物种中，也会有不同的变化。如普通二点瓢虫中就有30种人类已辨明的体色。

性二态性(也就是雌雄两性互相差别很大，见159页)，在昆虫中非常普遍，而且这更增加了它们的多样性。如，雄性锹形甲虫有巨大的上颚，用来与其他雄性角斗，而雌性的上颚很正常。另外一个突出的例子见于蚧虫，它们是小型以植物为食的昆虫，而且数量很多。雌性蚧虫身体扁平，像鳞片一般，利用吸吮树汁的长口器把自己固定在植物上，身上覆盖着蜡丝状的一层绒毛。雌性蚧虫无翅而实际它们是静止不动的。相反雄性蚧虫有翅并且体小活跃，从一个雌性蚧虫飞到另一个雌性蚧虫并与它们轮流交配。

完全变态

在内翅类昆虫中可见到完全变态，如蜜蜂、甲虫及蝴蝶(见60—61页)。

当由卵孵化出幼虫时，幼虫(在蛾子或蝴蝶中叫做毛虫)与成虫在外形上无相似之处。

幼虫与成虫在栖息环境及食物来源方面均不相同。幼虫成长过程一般很长，最终进入静止的化蛹阶段。

在成蛹时期(蛾子及蝴蝶的蛹被叫做蝶蛹)，昆虫经历完全变态→第一次体外长出翅膀，昆虫呈现出成虫的外貌。

昆虫的相互作用

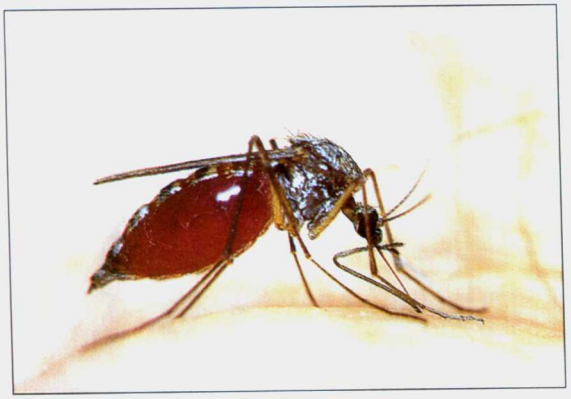
昆虫种类繁多，因此昆虫相互间及昆虫与植物、动物（包括人）之间的相互作用错综复杂也就不足为奇了。事实上，从极具毁坏性的寄生关系到对其相关种类生存至关重要的共生组合，这样的相互作用可以通过任何能想到的方式反映出来。

通常昆虫最大的天敌是它们自己。如果没有众多的捕食昆虫和寄生昆虫，我们的害虫问题将更加严重。实际上在平衡的自然分类体系中，这样的害虫并不存在，但这一事实常常被人们忽视(见230页)。因此在大多数景观中占优势的人工农业生态系统要么寿命短暂，要么需紧紧地加以控制以促进平衡群落的发展，例如通过杀虫剂的使用可达到这个目的。捕食昆虫只有在有合适猎物的地方才能生存。许多寄食在庄稼上的昆虫之所以成为严重的害虫是因为捕食昆虫需要时间去发现它们，然后使其自身数量增加，从而才能有效地减少害虫的数量。

昆虫对人类的影响：负面的……

昆虫的活动对人类的影响并不只限于对庄稼的破坏。某些昆虫经过进化，已可以占据树木的木质，这对森林中枯木的自然分解起到了重要作用。可是这类昆虫却无法区分林区枯树和建筑用木材。在温带地区，人类与甲虫类动物展开了无止境的斗争，其中包括抱死窃虫和木蛀虫；在热带地区，展开了对付白蚁的斗争。谷类和小麦集中为人类提供了方便的食物来源，但却时刻遭受像甲虫和其他食种子昆虫的袭击。皮蠹虫、标本皮蠹和衣蛾蛀食衣物和家具，但却通常有助于分解动物尸体的残留物质。

一些昆虫把人类当做食料来源。美洲热带地区的人肤蝇在人体皮肤上产卵，孵出的幼虫能钻进人体皮肤，吸吮体液。与人肤蝇亲缘的昆虫有狂蝇和马蝇，它们以牛类动物为食料来源。蚊、蚋、黑蝇、舌蝇、臭虫、蚤、虱均通过细细的针刺口器吸食人血。仅这一吸血过程，尤其是昆虫很多的时候，就非常令人烦恼，甚至会威胁生命(例如北极地区夏季的蚊子就是如此)。而且这些昆虫能在人体之间和动物与人之间传播疾病(见插图)，这种现象在热带地区尤为严重。由吸血昆虫传播的一些疾病有疟疾、昏睡病、黄热病、盘尾丝虫病、利什曼病、病毒性脑炎和传染性斑疹伤寒等。



吸血昆虫，例如蚊子，具有很大的经济意义，因为它们是危害人类和家畜的多种疾病的中间寄主。为减少其影响的严重性，人类已经对这些昆虫的生活规律及行为进行了详细的研究。

……以及正面的

捕食昆虫和寄生昆虫所起的作用是无法估价的。除此之外，人们还直接利用少数昆虫并积极进行养殖。在合成漆被发明之前，人们用虫漆涂刷物品使之透明发亮。这种漆就是用固着的雌性印度紫胶虫身上的树脂保护鳞片制成的。紫胶虫是一种介壳虫，靠植物汁液为生。另外一种介壳虫生活在墨西哥，靠仙人掌为生，可用来制成红色的食物着色剂和胭脂。

尽管合成纤维制衣已取得了巨大的发展，但丝绸仍以其舒适的手感、保暖性和轻便等特点而受到人们的重视。丝绸是由蚕茧制成的，更准确地说，是由发育成熟的幼虫——蚕制成的。蚕能做丝茧，然后在茧中化成蛹(见插图和160页)。幼虫以桑叶为食，因此人们把桑叶放在巨大的托盘里养蚕。蚕蛾的产丝量非常高，所以人们选择它们来饲养。现在驯养的蚕蛾做的茧很密集，它们很难从中逃出。

蜜蜂为我们提供了许多有用的产品。几千年来，为收获蜂蜜和蜂巢，人类一直在从事养蜂事业。现在人们通常用甘蔗和甜菜生产加工糖，但在这之前，蜂蜜是惟一的人们可以获得的甜味剂。蜜蜂还能够为人们提供蜂蜡，用来给家具抛光和生产高质量的蜡烛。

蜜蜂能从花上采集花蜜以生产蜂蜜和蜂蜡(见42页)，它对花的回报是把花粉从一朵花带向另一朵。在果树等作物的开花期，蜂群在果园中转移，保证成功的授粉，以增加丰收的希望。

近年来，王浆作为健康食品越来越受到人们的欢迎。王浆是幼蜂的食料，促使幼蜂发育成蜂后，而不是工蜂。王浆是由工蜂口器周围的泌腺分泌出来的物质，贮藏在正在发育的蜂后幼虫居住的巢室里。尽管人们对王浆进行了一定的研究，但仍无法理解它是如何影响幼蜂发育的。同时人们也没有足够的证据证明王浆对人类的影响。

社会性昆虫

蜜蜂的利用价值在很大程度上来自蜜蜂个体组成蜂群及在蜂群中相互作用的方式。像其他群居昆虫一样，如白蚁、蚁、熊蜂和黄蜂，蜜蜂已形成复杂的社群。为了整个社群的利益，在群体中个体分工有所不同。在蜜蜂的集群中，许多工作都是由工蜂来完成。工蜂一旦发育成成蜂，就帮助照顾幼蜂、供养蜂后，因为蜂后的惟一作用就是产卵。约一周后，工蜂的蜡腺发育成熟，工蜂便开始参加营建和维修蜂房的工作(见161页)。大约三周后，工蜂又担任了卫士的工作，并且开始寻找花粉和花蜜。白蚁同样也有完成这些任务的几种成员等级(见156页)。蚂蚁也和白蚁类似，只是组织程度稍差。

在切叶蚁的集群中，有一极小型个体，被称做小型工蚁，它们负责照看被称作菌圃的特殊区域。这些工蚁将树叶切断带回蚁巢，再将其切碎，然后用唾液咀嚼，堆积在菌圃上。在这种物质上能滋生一种特殊的真菌，形成球形结构，可供蚂蚁食

蚕蛾茧，切开的茧中展现出蚕蛾幼虫，亦称“蚕”。孵化后，幼虫被放在装满桑叶的托盘中，以桑叶为生。为了防止破坏蚕茧，在化蛹之前幼虫被放入高温炉中杀死。产1千克的丝大约需要200千克(440磅)桑叶。

用。在真菌和白蚁之间也存在有类似的联系(见160页)。

昆虫与真菌之间的联系并不仅限于社会性昆虫。蛀木甲虫利用真菌帮助它们从木质上获得营养物质。这些真菌含有昆虫所不具有的纤维素酶，它能够将纤维分解成糖分，从而便于昆虫消化。当雌性甲虫产卵时，它将真菌涂在它的极为粗糙一端。当幼虫从卵中孵化出来时，便可沿着其粗糙的边进食，从而也将真菌食进体内。

昆虫与植物

自泥盆纪时期昆虫开始迁移到干旱陆地上生活以来，植物和动物已共同进化了约4亿年。由于多数昆虫以采食植物为生，因此也就产生了昆虫与植物之间许多值得注意的的相互作用。许多种昆虫与植物之所以能产生这些相互作用可能是因为植物和动物之间所展开的“军备竞赛”的结果。昆虫食用植物，同时植物在进化的过程中也进化出某种化学物质，被称做“次生植物化合物”。这种物质的作用很大，令昆虫生厌，从而大大减少了虫害。随着植物不断进化出化学保护物质，动物也随之进化出某种生化机理来抵抗它们。因此那些需用生化器官去对付具体的次生植物产物的昆虫就能独自占有这些植物。随着时间的推移，导致了植物和昆虫特化机体的产生。

植物所产生的有毒物质有时被昆虫用来保护自己。许多毛虫在幼虫期和成虫期都储存从它们的寄主植物那里获得的次生植物化合物，用于自身消费和保护自己。这类昆虫通常颜色鲜艳，呈黑、白、黄或桔黄色。这几种颜色的混合色在动物界中被称作警戒色(见166页)。例如，红棒球蝶灯蛾虫能从寄主植物那里储存强心苷，因此，其幼虫身上有桔黄和黑色条纹，成虫身上有红色和黑色条纹。

尽管许多植物成为食草昆虫的手下败将，但仍有一些植物受益于在它们体上生活的昆虫，其中最重要的益处就是传粉共生现象(见42页)，而且受益之处并非只此一点。裁缝蚁能用从其幼虫获得的丝把树叶缝起来(见160页)。虽然这种做法会降低树叶的有效性，但却能在保护这些蚁类的蚁巢的同时，对植物也起保护作用。一些植物，其中包括金合欢属的各类树种，对昆虫的益处更多。实际上它们为蚂蚁准备了合适的居住结构。这些植物被称为适蚁植物，能为蚂蚁提供巢居的空心结构，并用叶子上的花蜜分泌腺和专门的食物体喂食蚂蚁。与其相关的蚁类通常躯体较大，用螫刺或化学物质保护自己。它们为食肉动物，常常会奋力去保护它们的筑巢植物，防止食草动物的侵袭。

类似的保护机制在蚂蚁和蚜虫之间也常常可见。蚜虫以食物汁液为生，其饮食中所含的糖分和水分过多。这些多余的糖分和水分被称为蜜露，需靠蚂蚁拍打蚜虫的腹部将其“挤出”。作为回报，蚂蚁为蚜虫提供保护，防止食肉动物和寄生生物侵害它们。在这种方式保护下的蚜虫集群发展较快，因此能更迅速地传播到其他的植物上。

参见

- 动物的交流 152页
- 领地，交配和社会组织 156页
- 动物建筑师 160页
- 防御，伪装和欺骗 166页
- 寄生与共生 168页
- 迁徙 170页
- 种群动态 172页
- 害虫及其防治 230页

一切为了集群的利益。在蜜蚁的集群中，有一种被称为“贮蜜蚁”的特殊工蚁，由其姐妹们喂食花蜜和蜜露生存，直到使其腹部膨大变形。由于几乎无法移动，贮蜜蚁通常挂在巢室的顶端。当食物短缺时，为了同伴的利益，这些活着的蜜蚁就吐出蜜露。

甲壳动物

甲壳动物一直被称做“海里的昆虫”，因为它们是成功的海洋无脊椎动物，而这一点恰好可与陆地上昆虫的成功相对照。它们是海洋浮游生物的主体(浮游生物是漂浮在海水上层的大量的小型动物)，并且在其他地方也为数众多。淡水甲壳动物虽然也不少，但却面临来自昆虫的竞争，因此相对而言数量不多。极少几种如地蟹和鼠妇已成功地适应了陆地生活。

甲壳动物(甲壳亚门)组成了多种多样的节肢动物群(见58页)。它们分10个纲，约42,000多种。其中最重要的有丰年虫(鳃足动物亚纲)、桡足动物(桡足动物亚纲)、藤壶(蔓足亚纲)、蟹、虾和对虾(十足目)、沙蚕(端足亚纲)以及鼠妇(等足类)

一般特征

甲壳动物为典型的长形动物，身体多节，分为头胸部和尾部或腹部。头胸部上面有保护壳板(头胸甲)。头胸甲由几丁质组成，并含有碳酸钙，因此壳坚硬(见58页)。每一体节有一对肢，头部有一对感觉触角、复眼和口器。在这些部位的后面，原始种类长有一排相似的节肢，较高级的甲壳动物的肢有不同的功能，并且在结构上也有所改变。头肢一般用来行走、挖掘或游水，而腹肢通常有助于呼吸和繁殖。

原始甲壳动物，如丰年虫用长有刚毛的肢捕食。当它们移动时，这些肢会自动过滤水并收集小食物颗粒。虽然多数浮游生物和所有的幼虫都采用这种过滤食物的方法，但它们仅用几个特化肢。较高级的甲壳动物已形成了一些可想象的饮食习惯。其强大的口器表明它们适合各种咀嚼和啃咬，因此许多甲壳动物为食肉性动物。甲壳动物的前肢通常呈螯状，是因捕食和防卫的需要特化而来。

与其他节肢动物一样，甲壳动物只有经过蜕皮才能长大。这一蜕皮过程是在激素的控制下完成的。在此过程中，在旧的角质层下又长出一层新的、柔软的角质层。由于旧的角质层又被重新吸收了多数有益的物质，因此此时已经软化。当动物从旧角质层中脱身而出时，身体吸收水分和空气而变得膨大，随之不断生长，直到新的角质层硬化时才停止。许多大型的甲壳动物，如蟹在蜕皮期需寻找藏身之地，因为失去硬壳的蟹无法保护自己。在多数甲壳动物的生活中，这种蜕皮现象会定期出现。

多数虾通过伪装手段使自己与周围环境融为一色，从而减小被捕食的危险。然而有几种虾颜色鲜艳：这或许是警戒色，表示它们不合捕食者的口味(见167页)，或许表示它们是清道夫虾，为鱼类提供服务(见169页)。

等足动物为全世界岩石岸上重要的食腐动物，与人们熟习的陆生鼠妇有亲缘关系。它们晚上出来活动，以退潮后残留在海岸上的海草碎片为食。

多数甲壳动物有性别分化。由于它们的精子是不活动的，因此就需要交配以达到受精。对许多甲壳动物来说，只有当雌性动物刚刚蜕皮，而且在它可能会产生化学物质(信息素)去吸引配偶的时候，这种受精才可能完成。雌性老螯虾在雄虾的穴巢中找到合适的雄虾，然后游进去。此时信息素的分泌抑制了雄虾的侵犯倾向，因此产生求偶。雌虾蜕皮，发生交配。交配结束后，雌虾受到雄虾的保护，直到其背甲长硬，产下幼体。海产甲壳动物所产下的幼体能自由地在水中游动，它们分散到四处捕食、生长。所有的甲壳动物都经历初级幼虫，即无节幼体时期，但后期却各不相同。最后经过一次特殊的蜕皮，初级幼虫便变成了幼年个体。

藤　壶

藤壶虽然外表独特，但却是非常成功的甲壳动物。它们已适应了固定附着的生活方式，以微小的浮游植物为生。幼虫期其生活与其他甲壳动物的幼体相似，能在浮游生物中自由地游水穿梭。然而，以后它们便固定附着在一个精心挑选的表面上生活，通常是岩石。但实际上海产藤壶能将自己固定附着在任何物体上面，包括鲸鱼和海龟。藤壶通常喜欢固着在距离同类较近的地方，以便于交配。一旦定居下来，便用其头腺将自己粘上固定。除胸肢外，其他所有的器官都随之缩小，然后分泌出一种保护壳，壳上面有可关闭的盖。这样边上长毛的胸肢就变得突出，可以过滤水中的浮游生物。从生活在岩石海岸的众多的藤壶中可以看出，藤壶的这种生活方式非常成功。多数藤壶雌雄同体，但在少数藤壶中，有一些单独分开的小型雄体寄生在雌体上(见方框，14页)。

桡足动物和磷虾

桡足动物在身材大小方面无足轻重，最大的种类也不足1厘米(2/5英寸)长，但毫无疑问它们是甲壳动物中为数最多的一种，或许也是最重要的一种。海洋生态学决定了它们的重要性，因为桡足动物和其幼体是组成海洋浮游植物的微小植物的主要食用者。同时它们也是一些具有商业重要性的鱼类的食

参见

· 寄生和进化(方框)	14页
· 滤食(方框)	57页
· 节肢动物	58页
· 生物的节律	174页
· 感觉与知觉	188页
· 淡水生态系统	218页
· 海洋生态系统	220页

料，如鲱和鳀。它们还为大量的其他动物提供食料，其中包括那些为许多其他鱼类和鲸类提供食料的动物。同样它们在湖泊和池塘的食物链中也起重要作用。

磷虾为较大的甲壳动物，形状似虾，可长到约5厘米(2英寸)长，捕食方法与桡足动物相似。它们是生活在南方海洋中的长须鲸的主要食物来源(见145页)。由于大批地捕杀鲸鱼类群，致使南极洲周围这类甲壳动物的数量剧增，因此也导致脊椎动物数量的增加。现在人类直接捕获鳞虾，作为家畜的食料和料肥。

丰年虫、水蚤和端足动物

丰年虫亦称咸水虾，生活在温带地区的池塘里以逃避被捕食。它们为原始甲壳动物，身上长有成排的相似的肢，可用来游水和捕食，用肢上的刚毛过滤食物颗粒。

水蚤与丰年虫有亲缘关系，是淡水中常见的一种较高级的甲壳动物。除包在壳内的巨大的游水触角外，它满身长满了肢，但这种体型微小的动物仍能用同样的滤食方法摄食。

端足动物为小型的甲壳动物，形状似虾，在海水和淡水中数量繁多。最常见的有沙蚤或水虾。它们以腐烂的海草为食，在潮湿的夜晚，上岸觅食(见170页)。

鼠　妇

等足类动物在淡水和咸水水域中常见，当然其中也包括适应能力非常强的陆生甲壳动物——鼠妇，亦称球潮虫。它们生活在温带林区的枯枝落叶层中，是极具特点的食腐动物。虽然鼠妇从不需要靠近水域生活，但它们体内的水分在干燥的空气中很快流失，而从露水或雨水获得的水分很快就会被蒸发，因此它们多在夜间出来活动。在这些具有清除树叶能力的种类中，适应能力最强的种类的呼吸管已进化得与昆虫的气管相似(见180页)。

龙蟹虾、蟹和对虾

十足目动物不仅是约10,000种甲壳动物中最大的一个类群，也是一个最多样化的类群，其中包括最大的甲壳动物和多数为众人所知的具有商业重要性的种类，如蟹、蜘蛛蟹、龙蟹虾、淡水螯虾、虾和对虾。其学名十足目(十足)是指这类动物胸部可见的五对步行足。它们表现出许多不同的生活方式和体态。多数种类为食腐动物或者为食肉动物，但招潮蟹以碎屑为食料，还有一些种类食用小食物颗粒。

纯种龙蟹虾的特征是具有宽大有力的螯肢，身体巨大。美洲龙蟹虾或称北亚特兰大龙蟹虾为甲壳动物中最重要的一种。一个巨大的标本虾重达20多千克(44磅)。龙蟹虾为浅水水域中善于藏匿的食腐生物，多数时间隐藏在岩石底下，因为它们对死鱼感兴趣，因此很容易被捕获。在某些地区龙蟹虾的数量已大大减少，因此人工养殖可能会大有益处。淡水螯虾的生活方式与龙蟹虾非常相似，不同的是它们只在淡水中生活。龙虾即淡水螯虾也与龙蟹虾外貌相似，但它们具有巨大的触角和结构简单的肢，而龙蟹虾却有螯肢。龙虾的触角坚硬、多刺，可用来避开捕食的鱼类。它们习惯夜间出来活动，为食杂性动物。龙虾的生殖洄游时间较长，常包括一系列环节。

海产和港湾水域所产的对虾和虾在形态上与龙蟹虾相似，但通常较小。与龙蟹虾所不同的是龙蟹虾在海底行走，而对虾和虾却用腹肢在水中游动。它们的生活方式多种多样，一些栖息在海底，而其他的只生活在上层水域。清道夫虾捕食鱼类身上的寄生物。它们颜色鲜艳，但通常是为保护自己而设的伪装(见插图)。许多种类以植物或动物的残余物为食料，因此在海湾地区产量大，从而也就成为人类捕获的对象。由于虾能忍受各种不同的环境条件，并且其口味好，因此许多种类适合商业性养殖。

螃蟹的腹部较小，隐藏在又短又宽的头胸甲(头部和胸部连在一起)下面。它们螯肢巨大，很有特点，可用来摄食。螯

热带地蟹为最大的陆生甲壳动物。一些种类从不涉入水中，只能在潮湿的森林中生存，为捕食能力强的食腐动物。

肢的大小和结构能反映出螃蟹的捕食习惯：又重又钝的螯肢适合将猎物压碎，例如蛤；轻便的呈锯齿状的螯肢可用来捕获易滑脱的猎物并将其咬断；纤细的螯肢可捕食小的食料。螃蟹的螯肢还可以发出求偶信号。雄性蟹身上有一个又大又硬的螯肢，可被当做威胁对手或给雌性蟹留下好印象的一种炫耀。螃蟹的螯还能起防卫作用。当受到威胁时，多数蟹会占领地盘，而不会后退。尽管大多数蟹在海底行走，但一些蟹的后腿已进化为划水肢，可游水。

已知最大的蟹是巨螯蟹，两螯伸展时可达2.5米(8.25英尺)。以巨螯蟹和阿拉斯加雪蟹为代表的一类蟹具有商业利用价值。它们形状怪异，腿长，但行动缓慢。其中许多蟹为食肉专家。还有许多蟹将海草或水螅附着在它们的壳后，用来掩护自身，并定期清除和更换。

寄居蟹腹部柔软，需靠软体壳保护，因此与众不同。为了适应它们的寄居地，它们的腹部呈卷曲状，不对称。随着身躯不断长大，能根据大小用螯肢调换螺壳。如果合适，便松开紧紧钩住的旧螺壳，迅速将腹部钻进新壳中。寄居蟹通常与海葵有共生关系，海葵的细胞有螯针作用，可做寄居蟹的替身，起保护作用。迁移时，它们会小心地连同寄居的海葵一起从一个螺壳移到下一个螺壳。被称做海绵蟹的一种螃蟹能将选的海绵放在背上，起保护作用，有时可能会用对其不利的海胆来完成此项任务。

变　色

许多动物需要和它们居住的环境背景的颜色保持一致，因此伪装是它们常采用的一种方法。这样，原来脆弱的动物便可逃避被捕食(见166页)。这些动物不但能够根据不同的背景改变颜色，并且仍然能够保持隐藏状态，躲开捕食的动物。这种能力显然对它们是大有益处的。甲壳动物有两种颜色变化。一些种类能迅速改变颜色是因为它们的皮肤上有各种各样的由激素控制的色素囊或载色体。这些色素囊或载色体能通过眼睛的感知对背景的变化做出反应，然后根据变化集中或分散色素，从而与周围环境融合成一色。夜间出来活动的动物具有黑色和白色载色体，而白天活跃的动物则具有多种颜色，包括红色、黄色、蓝色和黑色。在鸟贼和其他头足动物的生活中，变色同样也起到重要作用(见57页)。动物皮肤上有成千上万种不同的彩色载色体，每一种都分别受神经系统控制。头足动物通过增加和减少颜色能迅速地改变颜色来保护自己或炫耀自己。

许多脊椎动物也有变色现象，其中最著名的是避役(见88—89页)。但在其他一些动物中，这种能力也得到了很好的进化，尤其是比目鱼(见76页)。一些鸟类和哺乳类动物，如雷鸟、北极狐和雪鞋兔，在其羽衣和皮毛上都经历季节性的变色(见174页)。

蜘蛛和其他蛛形纲动物

蛛形纲动物在节肢动物(见58页)中种数仅次于昆虫，约60,000多种。蝎、蜘蛛、蜱和螨是蛛形纲动物中最重要的成员，其中也包括盲蜘蛛和拟蝎。

尽管蛛形纲动物在数量上远远不如昆虫多，但却是常见的和人们熟习的陆生生物。与昆虫不同的是，有些蛛形纲动物已成功地移栖海洋之中。蛛形纲动物具有一定的经济价值：在控制昆虫的数量方面，蜘蛛起到了很大的作用，而蜱和螨却在人体和家畜身上传播疾病。

蝎

蝎(剑尾目)为最早的陆生动物之一，最早在陆地上出现时是泥盆纪时期，大约4.1亿—3.5亿年前。现代蝎活动隐密，通常是夜间出来活动，白天一般躲藏在石头或原木下面。虽然人们经常认为蝎子生活在沙漠地区，但这并不是它们惟一的栖息地，多数气候温暖的国家都有。蝎子外表形状特别，躯体上有8条弯曲的肢，前面长有大螯，长长的腹部末端明显呈尖刺状。多数蝎子“坐等”捕食(见164页)，它们凭借极为灵敏的震动和气味感受器发现猎物，然后等待猎物进入它们的活动范围。当猎物出现时，它们用巨螯夹住猎物，用螯毛将毒液注入猎物，使之不能动弹。一些蝎子的毒液可使人致死，但多数蝎子不会给人造成危险。蝎子在体外将食物夹碎，从体内分泌出消化酶吐在食物上，然后以液体的形式吞入体内。

蝎子求偶的程序比较复杂。雄蝎和雌蝎互相咬住对方的螯肢，然后连续几个小时来回移动，最后雄蝎在地上产下一包精荚。之后雄蝎将雌蝎拉到精荚处，使之趴在上面，这样就完成了受精。雌蝎产下幼体，幼体在母背上生活，直到它们能生活自理。

热带黑蝎为蝎类中最大的种类，成蝎体长可达18厘米(7英寸)。

多足纲节肢动物

巨型蜈蚣，为寄居沙漠的多足节肢动物，体长约25厘米(10英寸)。

多足纲亦称“多足”节肢动物，包括4个类群，共10,000多种。它们的体态特征突出，身体由头部和长长的躯干组成，躯干上有许多足节，因此很容易辨认。然而不同类群之间并不存在有亲缘关系。只有两个类群有重要意义。

蜈蚣(百脚纲)为隐蔽性捕食动物，生活在树皮、原木以及石块等下面。在世界各地潮湿的陆地地区均有出现。蜈蚣大约有2800种，大小从1—30厘米(0.4—12英寸)不等。由于在干燥的空气环境下容易损失水分，因此它们只能在潮湿的生境中生存。但蜈蚣身体扁平，因而能在有限的空间中自由活动。其头部有巨大的颚，隐藏在第一对足的下面，形成有毒螯肢。头部后面有大约15个左右的体节，还有强壮的步足。蜈蚣习惯夜间活动，但事实上它们没有视力。它们凭借头部的化学感受器(见188页)发现猎物，然后用有毒螯肢将其杀死。蜈蚣能较好地调节其长足，因此爬行速度快。

马陆(倍足纲)，大约有8000种，世界性分布。为食草性食腐动物，生存环境与蜈蚣相似。马陆躯体极长，足最多可达750个，但通常为100个，有的种类只有12个足。其体节短、结实，两两合并，看上去好像每一个体节有两对足。虽然马陆只能在地上缓慢行走，但它的足和移动方式同样适合筑穴。由于马陆无法迅速逃避被捕食，所以它们用酚和氰化氢进行化学防御。马陆身披重甲，一些身躯短小的(种类)可将身体卷成球形。

蜱和螨

蜱和螨(蜱螨目)在蛛形纲动物中分布最为广泛。它们具有经济重要性，因为它们是寄生虫，并且是几种严重疾病的携带者，又是食物害虫。科学家已描述过的蜱和螨约有30,000多种，但也许这只是现存种类的1/10。蜱和螨为数众多，生活在各种环境中。虽然它们也能在干旱的地区存活，但它们皮肤的防水性不如昆虫，因此它们会定期退回潮湿的地区去吸收水分，用以补偿失去的水分。与昆虫不同的是，蜱已成功地侵入海洋中生活，而且在任何深度的海域都能生存。

多数蜱和螨体型微小，成螨通常不足1毫米(1/25英寸)长，但蜱最长可达6毫米(1/4英寸)。它们体态独特，呈卵形，有4对足以及适合嚼、吸或锯的口器。蜱和螨都吸吮液体，但其生活方式却各不相同。寄生于植物的种类吸食细胞液，寄生于动物的种类吸吮血液，或者在身体组织内分泌消化酶，以利于消化，然后再吸食。蜱和螨在节肢动物中有其独特之处；它们的角质层在进食时能伸展开，这是由于平时的角质层总是紧紧地皱在一起。陆生蜱可长时间禁食。许多种蜱和螨在进食后，便脱离寄主体，以便在地上安全地消化食物。

蜱是人体和其他动物，尤其是牛类身体上各类疾病的主要传播媒介。它们能传播脑炎病毒、立克次氏体，如落基山斑疹热，还能传播细菌、螺旋体和原生生物。血尿热就是由蜱传播的一种牛类疾病。螨能引起一些皮肤病，如人体上的疥疮以及动物身上的类似疾病。其他的螨虫是庄稼的主要害虫，常常会给温室里的作物带来麻烦。

蜘　蛛

除昆虫外，蜘蛛(圆蛛目)是最成功的陆居节肢动物类群。它们为体态结实，经过特化了的食肉动物。身体分为头胸部和腹部。头胸部有4对步足和其他2对附肢。一对附肢为空心的有毒螯肢，用来将毒液注入猎物，另一对附肢在雌体上呈足状，在雄体上为复杂的生殖结构。蜘蛛的前端至少有8只大眼睛。

蜘蛛的腹部末端有许多丝腺(只有雌性有)，用来分泌蛛丝。这些丝腺能分泌出蛋白质汁液，通过3对外部管嘴(吐丝器)挤出，干燥后变成丝线。这些分泌出来的线可以有不同的组合，形成形状各异的蛛网。2种丝腺可织出陷阱丝，周围用4条由粘腺分泌出的丝线围住。蜘蛛用干丝固定蛛网，或以此为桥梁从一个地方移到另一个地方。蜘蛛还有6种特殊的丝腺，能纺出卵袋蛛丝，2条蛛丝可将猎物缠住，2条可将干丝固定在物体表面。

以昆虫为食的蜘蛛经过进化形成了令人吃惊的各种各样的捕食技巧(见164页)。白天出来活动的有跳蛛和伪装蟹蛛。跳蛛凭目力探测和辨认猎物，然后从远处扑向猎物。伪装蟹蛛隐藏在花中，伏击来访昆虫。活板门蛛设下辐射诱捕丝线，当昆虫撞上的时候，它们便从洞中冲出来捕食。蜘蛛能纺出很多种网丝，用来捕食爬行昆虫、跳跃昆虫或飞行昆虫。皿网和弗里皿网能诱捕那些爬到网上或跳到网上的昆虫，而悬吊在缝隙之间的圆网能捕抓飞行昆虫。事实上很少有蜘蛛能织出圆形网，但这种设计对捕获猎物十分有效，一天最多能捕获100只昆虫。圆网蛛在捕获较大的猎物时十分谨慎。先用蛛丝将其缠住，使之无法动弹，然后再捕食。虽然蜘蛛最大的种类也只不过有人手那么大，而且主要食用昆虫，但它们也能抓获小型的鸟类和哺乳动物(见插图)。

雌性蜘蛛通常不能区分配偶和猎物，且雌性蛛通常躯体较大，因此要想交配成功，需进行复杂的交配程序。为了防止雌蛛的捕食倾向，雄蛛需从远处发出旗语般的信号，并且还需显现出明显的条状躯体图案，这样雌蛛才能辨认出配偶。雄蛛先给雌蛛一包用蛛丝包住的食料，供其食用，这样它就有足够的时间来完成交配，并在雌蛛食用完毕之前离开。然而一些机灵的雄蛛只给雌蛛一个空丝包。雌蛛是非常合格的母蛛，它会奋力地去保护其孕育幼体的丝囊。

鲎

鲎聚集在一起产卵。

鲎(口肢纲)不属于蟹类动物，但却是古代与蛛形纲动物有亲缘关系的类群的残留种类。事实上，这类奇怪的生物自石炭纪时期(3.5亿—3亿年前)至今就没有任何变化。生存下来的4种鲎生活在泥沙海岸的浅水水域中，以穴居动物为食。其躯体隐藏在保护壳下面，分头胸部和腹部。头胸部有5对足，腹部有一又长又硬的尾剑以及一排板状鳃。

食鸟蛛，几种北美蜘蛛中的一种，足展可达25厘米(10英寸)。虽然这类蜘蛛确实捕食小型鸟类，但它们也会捕食任何身型适中的动物，其中包括昆虫和小型哺乳类动物。

参见
· 节肢动物 58页
· 动物建筑师 160页
· 捕食者与猎物 164页

鱼类：进化与分类

地球表面几乎3/4都被水域所覆盖。最深的海洋深度超过了最高的山峰高度。在这浩瀚的空间和广阔的生境里生活着多种多样、千姿百态的鱼类。目前已知鱼类的种数大约相当于所有其他脊椎动物的种数之和。

最早的化石鱼并没有给我们提供任何线索，表明鱼类可能是从哪种无脊椎动物的祖先进化而来的。在鱼类和任何无脊椎动物类群之间也没发现任何过渡的化石种类。与现存鱼类相比较可得出脊椎动物的祖先是脊索动物，其许多特征可在被囊类动物的幼体和文昌鱼身上体现出来，而各种线索则表明棘皮动物，如海星和海胆可能是与脊椎动物最亲缘的无脊椎动物类群(见方框，51页)。

最早的鱼类

最早的化石鱼可追溯到寒武纪时期或奥陶纪早期，约5.1亿年前。其骨板的残留碎片可拼成无颚鱼(无颚纲)躯体的披甲头部和身体的前部。这些碎片的显微结构表明这些鱼类已经过进化，具有复杂的表皮(即非骨骼的)骨质组织，这与后来的脊椎动物的骨质组织相似。无颚鱼类的化石在奥陶纪岩层较罕见，但在志留纪中期，约4.1亿年前，数量有所增加，而且种类多样。

同时在这个时期又出现了其他无颚鱼的残留化石，它们被称为小瘤鱼和骨甲鱼。前者满身长满细齿状突出物(齿状鳞片)，这种鳞片在现代的鲨鱼和鳐身上也可见到，而后者则有一块背甲包住头部。在志留纪晚期，约4.1亿年前出现的的淡水缺甲鱼没有明显的鱼鳞，但却有鳞片状骨板。所有这些无颚纲鱼类在泥盆纪时期(4.1亿年—3.5亿年前)已灭绝。现在仅存的无颚鱼有盲鳗和七鳃鳗，它们的化石残留物是在石炭纪时期(3.5亿—3亿年前)首次被发现的。

鱼类一个重要的进化便是颚的进化。第一次发现这种进化是在生活在志留纪中期的棘鱼身上，即在无颚纲鱼类出现之前，在第一批鱼类出现之后的1亿年以后。棘鱼还具有其他的特征，其中包括成对的胸鳍和腹鳍，从外表看与现在的大多数鱼类相像。然而大约在2亿年前，棘鱼便逐渐灭绝，取而代之的是一些高级鱼类。在志留纪后期又出现了一些身披重甲的无颚鱼，即盾皮鱼，后来在石炭纪早期灭绝。

泥盆纪初期，在化石记录上首次出现了软骨鱼，它们是软骨鱼类中成功的类群，现在的代表鱼类有鲨鱼、鳐和银鲛。即使最早的软骨鱼也和现在的软骨鱼有许多相同的特点。它们都在体内受精(与现存种类一样，软骨鱼具有鳍脚结构，在交配时可保持接触)，身上有细齿状鳞片。银鲛独具特点，在石炭纪时期种类繁多，现在其代表鱼类却相对很少，也许一共只有30种。

硬骨鱼

硬骨鱼这一名称有些让人困惑，因为上面所描述的披甲鱼类的化石中也有真正的硬骨，但这个名称是指鱼体内有在发育过程中逐渐取代软骨的软骨状骨质。只有硬骨鱼和所有的高级脊椎动物才有此特征。

从志留纪晚期开始，硬骨鱼骨骼的残留化石碎石不断出现，但直到泥盆纪早期，其完整的化石才被发现。那时的硬骨鱼已形式多种而且进化得相当成功了。因此从化石记录来看，硬骨鱼的出现早于软骨鱼，尽管软骨鱼比硬骨鱼进化的要早一些。

到泥盆纪末期，硬骨鱼已成为主要的鱼类。按进化过程分为两个明显的进化类群。第一类群为辐鳍鱼或称辐鳍亚纲鱼类，其中包括现存的多种鱼类。现存鱼类的代表包括一些单独的小型的子群——鲟和匙吻鲟(25种)、颚针鱼(7种)以及弓鳍鱼(1种)。它们是大型鱼类残留下来的种类。这些大型鱼在过去是相当成功的鱼类，但多数已在白垩纪末期，约6500万年前灭绝。它们的灭绝与硬骨鱼壮观的扩散同时发生。硬骨鱼是硬骨鱼类中和所有脊椎动物类群中最大的子群，包括20,000多个种，占现存鱼类的95%。

硬骨鱼类的另一类群仅含少数现存种类——空棘鱼和肺鱼，但它们的地位却很重要。因为人们相信四足动物和陆生脊椎动物(包括我们自己)就是从这群鱼类进化而来的，因此它一直是科学研究的重点和激烈争论的课题。

腔棘鱼类

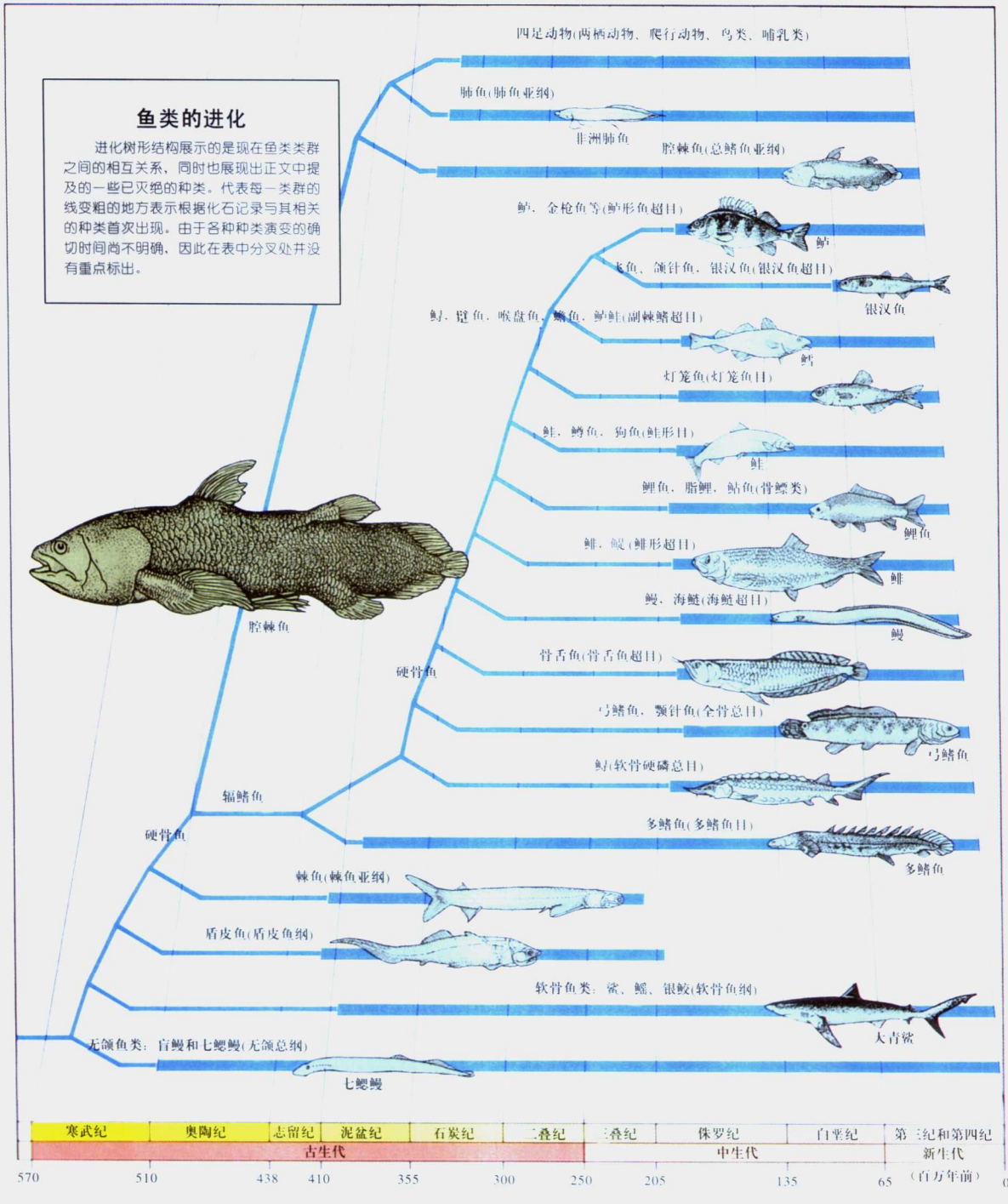
1938年，人们发现了一条活的腔棘鱼。不久它名声大振，在生物史几乎没有动物可与它相提并论。化石腔棘鱼或称总鳍鱼(总鳍鱼类)早在1839年就已经被发现，在以后的100多年中，人们已描述过约80种化石腔棘鱼。显然它们是非常成功的鱼类，广泛地生活在海洋和淡水生境中。然而在白垩纪以后，便没有再发现化石腔棘鱼，人们以为它们在8000万年前已经灭绝。

1938年12月，人们在离南非海岸不远处的查拉那河口附近发现了第一个腔棘鱼标本，然后用拖网渔船将其捕获。当地的博物馆馆长考特尼—拉蒂默认识到此鱼不同寻常。因正值圣诞节，她经过一番努力才使南非鱼类学家J.L.史密斯对它开始关注。他也认识到了这条鱼的重要性，将它命名为茅尾鱼，以纪念考特尼—拉蒂默小姐和这条鱼的发现地。为继续寻找腔棘鱼，史密斯和其他人员付出了很多的努力，他们还曾经公开悬赏，但在14年后他们才捕获另一腔棘鱼标本。这在一定程度上是因为第一个标本被捕获的地方离腔棘鱼的主要栖息的地方较远，还在一定程度上是由于腔棘鱼通常生活在深海，使得人们难以接近。从那以后有记载表明，又有130条腔棘鱼被捕获。最近人们将其现场拍成影片。

为什么腔棘鱼会如此重要呢?因为人们认为它们与陆生脊柱动物和四足动物有亲缘关系。尽管现在许多专家将肺鱼看做是两栖动物(见78页)最可能的进化祖先原种，但腔棘鱼仍然位居首位。而且毫无疑问，它们与四足动物有着极为密切的亲缘关系。人们认为腔棘鱼是早已灭绝的类群中惟一幸存的种类，因此具有极大的重要性。事实上，发现腔棘鱼就如同发现恐龙一样，它激励我们去思考海洋当中还有什么意想不到的奇迹。

参见

- 进化 12—17页
- 生命的分类 18页
- 无脊椎动物—脊椎动物的划分(方框) 51页
- 鱼类 72—77页
- 两栖动物：进化与分类 78页


鱼类的进化
进化树形结构展示的是现在鱼类类群之间的相互关系，同时也展现出正文中提及的一些已灭绝的种类。代表每一类群的线变粗的地方表示根据化石记录与其相关的种类首次出现。由于各种种类演变的确切时间尚不明确，因此在表中分叉处并没有重点标出。
四足动物(两栖动物、爬行动物、鸟类、哺乳类)
肺鱼(肺鱼亚纲)
非洲肺鱼
腔棘鱼(总鳍鱼亚纲)
鲈、金枪鱼等(鲈形鱼超目)
鲈
长鱼、颌针鱼、银汉鱼(银汉鱼超目)
银汉鱼
鲟、匙鱼、喉盘鱼、鳗鱼、鲈鲑(副棘鳍超目)
鲟
灯笼鱼(灯笼鱼目)
鲑、鳟鱼、狗鱼(鲑形目)
鲑
鲤鱼、脂鲤、鲇鱼(骨鳔类)
鲤鱼
鲱、鳀(鲱形超目)
鲱
鳗、海鳝(海鳝超目)
鳗
腔棘鱼
硬骨鱼
骨舌鱼(骨舌鱼超目)
弓鳍鱼、颚针鱼(全骨总目)
弓鳍鱼
鲟(软骨硬磷总目)
辐鳍鱼
多鳍鱼(多鳍鱼目)
多鳍鱼
硬骨鱼
棘鱼(棘鱼亚纲)
盾皮鱼(盾皮鱼纲)
软骨鱼类：鲨、鳐、银鲛(软骨鱼纲)
太青鲨
无颌鱼类：盲鳗和七鳃鳗(无颌总纲)
七鳃鳗
寒武纪
奥陶纪
志留纪
泥盆纪
石炭纪
二叠纪
三叠纪
侏罗纪
白垩纪
第三纪和第四纪
古生代
中生代
新生代
570
510
438
410
355
300
250
205
135
65
0
(百万年前)

鱼类：形态与结构

鱼需要在水中推进，还需要从水中吸取氧气，而水介质的密度比空气大，因此它们具有独特的适应能力。鱼的形状呈长长的流线型，身体后部肌肉发达，尾鳍有力，所有这些特征使得鱼类完全适合在水中推进。而鳃在水中能有效地吸取氧气。

飞鱼通过在水面上快速游水，同时靠摆动尾鳍的延伸下边缘以获得冲力，然后破水而出，从而完成其独特的飞行。当飞鱼一离开水面，其成对的双鳍便展开成翼状，然后升入空中。根据风力和上升气流而定，一般飞鱼能在空中呆30秒，高度可达10米(33英尺)，飞行距离约400米(1300英尺)。因此有时飞鱼会撞向船只甲板。

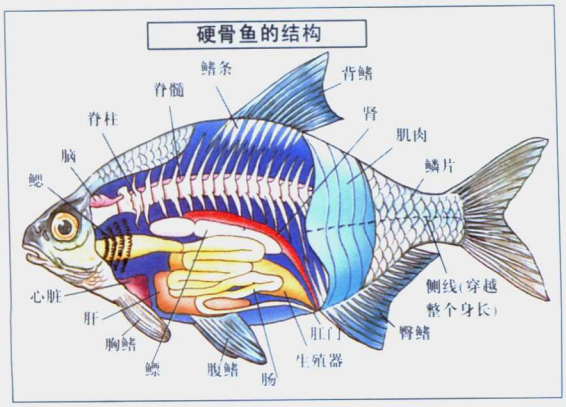
通常鱼的外表披有保护鳞片。最常见的是圆盘状重叠鳞片，这在硬骨鱼身上可以看到。每一片鳞片的前端长在皮肤上(皮肤的内层)，鳞片外包有一整张表皮。虽然这种鳞片最为常见，但在鲟、多鳍鱼和箭鱼的身上可见一些高级的演变鳞片。一些类群如鲭、金枪鱼和鳗的鳞片很少，而其他的鱼类包括七鳃鳗和一些鲇鱼以及深海鱼类没有鳞片。

多数鱼类除了有竖立的尾鳍外，背部还有竖立的背鳍以及肛门后面的臀鳍。这些鳍一般和胸鳍与腹鳍一样都能抬起或放下。胸鳍和腹鳍的作用与陆地上的脊椎动物的前肢和后肢一样。

运　动

鱼类与陆生动物有所不同。陆生动物在陆地上需跳跃并且还需具有定向冲力，而鱼类所要克服的重力相应较小。鳔是鱼体内上部一充满气体的气囊，一些鱼类就是依靠此器官保持在一定深度，既不上浮，也不下沉。有人认为鳔是由原始的硬骨鱼(见下图)的肺演变而来的。鳔中的气体可来自鱼从水表面吸入的空气，也可来自鱼通过一种特殊的泌气腺而从血液中吸进的气体。因此这一运动器官使鱼类具备控制定向运动的能力。

多数鱼类通过脊柱的收缩在体侧引起波动，从而达到向前推进的目的。当波动传向身体后部时，会引起一系列的运动，即倾斜的那面向外、向后拍打水。这些波动通常在鱼的头部附近幅度很小，因为当鱼游动时，只是轻轻地摆动身体。但到尾端时，其波动就很明显了。鱼身一般从侧面向尾部压，因此与水接触的表面增大。尾鳍在整个的推进过程中起90%的作用。但一些鱼类，如鳗的尾部很小，只能靠身体的摆动来提供推进力。



许多鱼类游水方法违背常规。一些生活在海底的鱼类体型巨大，例如鲽和比目鱼。比目鱼(见插图，74页和76页)靠摆动整个身体或竖鳍产生推进波动。鲽的胸鳍非常大，因此靠鳍的边缘摆动在水中移动。其尾部相对较小、较薄，在向前的运动中作用不大(见插图，75页)。这些寄居海底的鱼类游水速度不快，因此通常需要隐蔽起来，以防被捕食。其中有许多种类能很好地伪装自己，或者改变身体的颜色使之与海床融合成一色。

角箱鲀和海马等其他鱼类已丧失了快速游水的能力，并且也变得不能食用。因为它们身披重甲骨质鳞片，所以不可能摆动身体。其鳔发育的非常好，适合平衡浮力。它们靠鳍的运动向前推进，这样它们在水中的行进显得非常庄重，但却相当缓慢。

除披甲鱼类外，鱼鳍一般的作用是把握方向和保持平衡，同时有助于鱼类向前推进。一些鱼能保持平衡浮力，其中包括多数硬骨鱼(见70页)。它们的成对胸鳍和腹鳍还能扭转，起刹闸的作用。因此鱼缸中的鱼可以精确地移动，可以在向前游动时突然停止，甚至当遇到障碍物时可以后退。相比之下，鲨鱼没有鳔，靠其油性肝脏保持浮力，如果停止向前游，就会下沉。鲨鱼的胸鳍和腹鳍比较坚硬，不能扭转面向水。遇到障碍物时，它们不能刹闸，只能掉转其头，向另一面游去。

呼　吸

鱼类的大部分内部器官与陆生脊椎动物相似，但鱼通常用鳃吸取氧气，而不是用肺(见180页)。由于水中含氧量比空气中的含氧量低30倍，因此鱼类的鳃非常发达。虽然有些鱼类有6对或7对鳃，某些盲鳗有16对鳃，但多数鱼类头部两侧只有4对鳃。鳃弓呈V形，在每个鳃弓后面是一组密集的红色细鳃丝，用来从经过鳃部的水中吸取氧气。因其表面积大，因此吸收能力强。鲔等游梭于海洋之中的鱼类的鳃丝表面面积比活动较少的鱼类的鳃丝面积大3倍。

血液沿鳃丝的方向流过，但与水流相反，因此鳃丝可连续不断地接触“较新鲜”的水（含氧更多的水）。由于此种结

构(即所谓的“逆流方法”)，鱼的鳃能吸收水中80%的氧气，相比之下，人类只能将空气中25%的氧气吸入肺内。

呼吸用的水通常通过口吸入，然后一旦经过鳃之后，便被排除。多数硬骨鱼能通过鳃腔吸水再通过口将水压出，这两种方法可确保鳃腔内有压力水流，因此能增加氧气的供给。一些游水速度快的鱼类仅让水流入口中，然后门门地经过鳃，并不吸取水中的氧气，其中包括鲨、金枪鱼和鲭。

一些鱼类具有附加的空气呼吸器官。在氧气不足的浅水水域和静止水域中，有几种鱼可在水的表面吞吸空气。一些鱼类仅仅是将水表面富含氧气的一层气体吸入鳃丝，但其他鱼类体内有吸气衬囊，与鳃腔相连，它可以储存气泡，这样鱼便可以从中吸取氧气。有一种叫气囊鲇的鱼，其气腔可达和身体一样长。一些鳅鱼可通过肠吸取氧气。生活在美洲中部的一种睡鱼，因头部血管丰富，因此用头顶吸入氧气。生活在非洲和南美的肺鱼有成对的两个肺，中间由一气管连接，通至口腔底部(澳洲肺鱼只有一个单肺)，所以它们能够在氧气不足的环境下生存。例如有一种非洲鱼类能够钻入泥土，在完全没有水的环境下生存一段时间，它们在地下用粘液做一个穴室将自己包住，并留出一个管状通道通向地面，供其呼吸。

盐和水的平衡

鱼血液和体液中盐的浓度比海水低，但却比淡水高，因此海产鱼类面临着体内的水分渐渐渗出体外的危险(通过渗透作用)，这通常是通过口、鳃和肠衬囊渗出的，所以它们就必须大量吸入海水来补偿失去的水分。这样它们同时也吸入了大量的多余的盐分，它们必须在盐分在体内沉积之前，将其排除。反之，淡水鱼类却可能有过多的水渗吸入体内，也必须排出。鲨鱼、鹞鱼和银鲛这类鱼能巧妙地解决这一问题：它们使血液中充满尿素，使其浓度和海水浓度相近，这样就将水流入体内和流入体外的两种趋势抵消了。鲑和鳗等鱼类能在河流与海洋之间洄游，它们只能逐渐对体内进行调节。如果突然从一种水域游到另一种水域，会危及它们的生命。

鱼的感官

鱼眼基本上与其他脊椎动物相似(见189页)，但其透明的晶状体和陆生动物比较更接近球形，因此视野角度更宽。此外由于鱼眼位于头部的两侧，因此它们既可以从体侧往后看，又可以从吻的两侧往前看。当朝前看时，可双目共用。鱼眼的晶状体一般不变，为便于看到近处或远处的物体，晶状体可前后移动。这一点与多数陆生动物不同，陆生动物是靠改变晶状体的曲度进行聚焦。四眼鱼的眼睛分为上下两部分，各有各自的视网膜。当它们在海岸和港湾水域游水时，上部眼睛突出在水面外，而下部眼睛在水面下。

鱼通过位于颅骨后面的一对内部耳孔感知声音。耳孔分为三个室(见191页)。许多鱼类具有传送振动的连接器官，将鳔感知的振动传送到耳部。鱼所能听到的声音的传送距离要比它们看到的远。而且它们还具有特殊的转头器官使得它们能确认声音的方向，即使是波动几乎同时传到相隔很近的耳部器官，它们也能确认。鱼的侧线系统(见190页)帮助它们探查水中的运动，例如其他鱼类游水时所引起的波动。

与陆生脊椎动物一样，鱼通过鼻孔感知气味，通过细胞粘液感知味道。一些鱼因没有膜觉器官而备受关注。还有一些鱼类的味蕾位于鳍条上或触须上，有的在皮肤上的鳞片上，这样也许会有助于它们在水中发现食物(见插图，188页)。

体　温

鱼是“冷血”或变温的动物(见87页)。它们与鸟类和哺乳类动物不同，它们不能变化体温来补偿环境中的温度的波动。虽然水中的温度变化幅度比陆地小，但一些南极鱼类(被称作“冰鱼”)生活在冰点以下的水域里，它们体液的冻结对它们来说有致命危险。但是它们的血液中含抗冻化合物，可避免结晶。这些鱼类不具有氧载体，即使血液中有呈红色的血红蛋白，因此它们的血是透明的。相反，一些淡水鱼类能在温度近40°C(104°F)的温泉中生活。还有个别鱼类生活在温带海岸的池塘里，这类鱼生存能力极强，低潮时暴露在日照强烈的池塘里，因此它们必须适应在各种温度中生存。金枪鱼等一些海洋鱼类能通过静脉和动脉之间的热量交换结构使其身体保持高于水温的温度。

海洋旗鱼通常被认为是短距离游水最快的鱼类。有记录表明，其3秒钟冲刺速度可达109公里／小时，比猎豹在陆地上的奔跑速度还快。由于旗鱼能从水中突然跳起，因此是非常受欢迎的垂钓鱼类。

参见

- 鱼类：进化与分类 70页
- 鱼类：生命周期 74页
- 鱼的世界 75页
- 消化 178页
- 呼吸与循环 180页
- 神经和内分泌系统 182页
- 感觉与知觉 188页
- 淡水生态系统 218页
- 海洋生态系统 220页

鱼类：生命周期

鱼是最活跃的动物。有些种类的鱼，尤其是生活在海洋中的鱼类，分布的范围极其广阔。为了繁殖，在适当的时间和适当的地点，雄鱼和雌鱼能够交配是非常重要的。

像鲑鱼等既不求爱，也无配偶的鱼类，要想成功地进行交配就必须季节性地洄游到某一个特定的地点(见插图和170页)。对于这样的鱼来说，生殖腺(睾丸和卵巢)的季节性的成熟能确保雄鱼和雌鱼在到达产卵地时处于可生殖状态(见185页)。

雄鱼和雌鱼

鱼并不像脊椎动物那样严格区分性别。包括灯笼鱼在内的某些种类的鱼，每条鱼都是既有雄性生殖器官又有雌性生殖器官。其他诸如隆头鱼，一群鱼中的某条雌鱼，通常是最大的那条雌鱼，会改变它的性别来代替已经死去的雄鱼。

有些种类的鱼，雄鱼和雌鱼的样子截然不同。其中最典型的例子是某些深海鱼，这些鱼雄鱼体态较小，通常是以寄生的方式附着在体态较大外观截然不同的雌鱼身上，这样雄鱼和雌鱼可以避免在深黑的大海中找不到对方。

一些种类的鱼，雄鱼和雌鱼样子很像。这样的鱼在繁殖期，雄鱼或雌鱼的身体上会发生一些变化。例如雄鲑，在繁殖期会长出巨大的钩形颚，这有助于雄鱼和雌鱼同时进入生殖状态，并且还有助于鱼正确地辨认出同类。此外，复杂的求偶行为、特殊的斑纹以及体色的变化都起着类似的作用(方框)。

受 精

在寻找到配偶之后或是洄游到繁殖地后，鱼必须确保鱼卵受精。大多数的鱼都是采取体外受精，也就是雌鱼把鱼卵产在水中之后雄鱼用精子使卵子受精(见184页)。一条鳕鱼能产600万个浮性卵，其中许多鱼卵都不会受精或被其他鱼类吃掉。但是因为鱼卵的数量极多、散布极广，还是有一部分鱼卵生存下来得以受精。一些种类的鱼，雄鱼只是集中给几条或是一条雌鱼的卵进行受精。例如，雌性刺鱼，所产的卵通常是由一条雄刺鱼来使之受精的。雄刺鱼会搭一个巢，通过复杂的求偶夸耀行为将雌刺鱼引至巢边产卵(见149页)。还有一些鱼，包括鲨鱼、鳐鱼、虹鳟、剑尾鱼和腔棘鱼，成对地交配，鱼卵在雌鱼的体内受精。

在求偶并成对交配的鱼类中，单个鱼卵受精的可能性要比大规模产卵的鱼所产的鱼卵受精的机会大，例如鳕鱼。所以，这些鱼的鱼卵也要少一些，大一些。这些鱼的繁殖方式总的说来和高等的脊椎动物，例如鸟和哺乳动物的繁殖方式很相似。

保护受精卵

因为鱼卵含有生长中的胚胎所需要的食物及养分，因此对于捕食者来说鱼卵意味着营养丰富的食物来源。使鱼类可以产较少卵而又使个体有更多存活机会的另一种策略是对受精卵的保护。对于鳕鱼来说，这样的保护(措施)是微不足道的。但是诸如淡水刺鱼和许多非洲的丽鱼修建自己的巢，鱼卵就存放在巢里，并且由雄鱼或雌鱼或由雄鱼和雌鱼共同来保护。刺鱼等许多其他筑巢类的鱼是由雄鱼来保护鱼卵和新孵出的幼鱼的。有些成对交配的鱼，例如鲨鱼和腔棘鱼的受精卵，存放在角质保护囊里。类似的例子还有星鲨的“海袋”，我们经常可以在海滩上发现这些角质的保护囊。

最好的确保受精卵生存下来的办法也许就是受精卵在孵化成幼鱼之前一直留存在雌鱼体内，有好几种鲨鱼就是这样。一些鱼之所以被称作“口育鱼”，是因为这些鱼为了保护鱼卵，在嘴里孵卵。还有许多鱼甚至在幼鱼孵化出来后还把幼鱼放在嘴里。一些丽鱼便是用这种方法保护受精卵和幼鱼的，当丽鱼的幼鱼最终离开亲体之后，还是呆在离雌鱼很近的地方，无论是什么危险出现，雌鱼都会把幼鱼含在嘴里，直到危险过去，雌鱼才会把幼鱼从嘴中放出来。还有些鱼将鱼卵放在水生的无脊椎动物体腔内，有的鱼甚至将鱼卵放在非水栖的无脊椎动物的体腔内，例如南脂鲤会跃出水面把鱼卵放在悬在水面上的植物上。

幼鱼和成鱼

幼鱼有时和成鱼形态截然不同，在幼鱼长成成鱼前要经过一次甚至多次的变形(见187页)。例如北美洲和欧洲鳗的幼鱼和成鱼的形态截然不同，常被误认为是两种完全不同种类的鱼(见170页)。另一个例子是比目鱼，比目鱼在幼鱼阶段，像其他大多数鱼一样竖直在水中游动，但是在生长的过程中，它们身子发生偏转，使一侧向着海床，这样就可以侧卧下来(见插图，76页)。

鲑鱼为了到达繁殖地在瀑布中奋力前进。鲑鱼在淡水里繁殖，但是幼鲑洄游到海洋中去觅食和生活，几年以后溯游回到原来出生地产卵繁殖。

求偶、体色和视觉

扁鲨(甲尿鱼属)。由于扁鲨的斑纹随着年龄的增长而变化，所以扁鲨不仅能辨认与自己性别相同的扁鲨，还能根据特殊的体色识别进入准备生殖状态的扁鲨。

求偶并成对交配的鱼，在繁殖期雄鱼和雌鱼的体色都会发生变化。例如，雄刺鱼腹部会变得鲜红。其他一些种类的鱼，比较显著的是热带珊瑚鱼类——极鲜明、极醒目的体色在鱼识别自己的同类时起着非常关键的作用，同时也是成功繁殖的一个重要前提。

我们之所以提到上述情况，是想把其作为长期以来人们争论的一个问题——鱼是否有颜色视觉——的一个根据(见189页)。目前，试验已经证明鱼的确有发达的颜色视觉。然而有许多鱼只能分辨出一个物体的明亮度，而亮度是根据颜色的改变而变化的，越是在海洋深处，颜色的重要性就会越小，弱光层是光线所能达到海洋的最低层(200—800米或660—2600英尺)。生活在海洋弱光层的鱼眼睛较大，用来聚集主要是在光谱的蓝色一端的微弱光线。一些鱼在眼睛后面(即脑毯)有一层特殊的反射层，用于把聚集的光线最大化，该反射层可以防止鱼在强光下感到眩目。在800米(2600英尺)以下，光线照射不到的深水区域，鱼的眼睛小且退化，正如一些生活在黑暗中的洞穴鱼一样，它们完全丧失了视觉功能。

参见

- 鱼类：进化与分类 70页
- 鱼类：形态与结构 72页
- 鱼的世界 75页
- 领地、交配和社会组织 156页
- 迁徙 170页
- 生物的节律 174页
- 性与繁殖 184页
- 生长与发育 186页
- 深海鱼类 221页

鱼的世界

像其他动物一样，鱼必须进食，长成成鱼并在死亡之前完成繁殖。为这一目的，这些鱼逐渐形成了一套特殊的捕食和防卫系统。这也是水生动物栖息地的多样性以及在栖息地里各种鱼类群落的复杂性的一种反映。

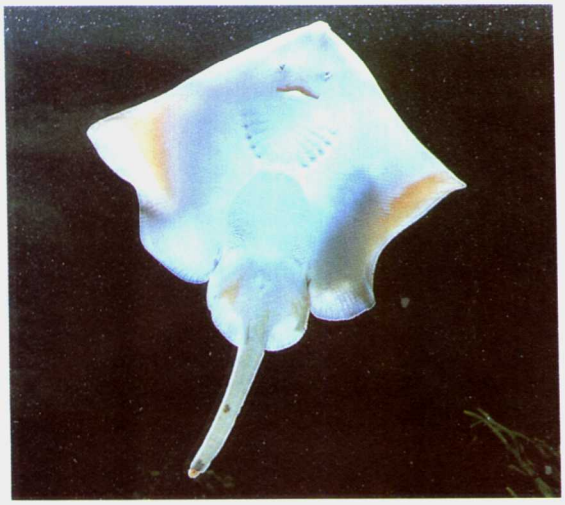
鱼的形态和行为的许多方面都与其获取食物的方式有关。通常最显著、最重要的特化器官包括嘴和颚。例如，生活在维多利亚湖的丽鱼就因获取湖里各种不同的食物而各具特性。许多经过进化的鱼只能通过其特化的牙和颚来加以辨别。之所以形成特化的牙和颚是为了适应捕食各种各样的食物的需要，其食物包括蜗牛、昆虫、其他的鱼，甚至还包括其他鱼的眼睛和鱼鳞。

进食适应性变化

至今还生存的最原始的鱼，侧鳃盲鳗和七鳃鳗，根本没有真正的颚部。这些生物寄生在其他鱼的身上，七鳃鳗生有吸盘状的嘴和尖锐的角质齿。吸盘状的嘴使它们能附着在其他鱼身上，并且用齿锉掉它所吸附的鱼的肉以吸其血液。盲鳗也有类似习性，只是其牙生在舌头上，用来钻入它们吸附的鱼的体内。

鲨鱼、鳐和银鲛生有骨颚(就像其他的骨骼一样)和巨大的牙齿，这使它们善于捕食(见下文)。齿鲨在正在使用的牙后面还生有替补牙，当正在使用的牙折断或是磨损时，替补牙就会提前。有少数鲨鱼没有尖锐的叶形牙，而是生有一排排扁平的颚板，鳐也有此特化器官。

硬骨鱼不仅颚部生有牙齿，且在舌头上、口腔顶部、支撑鱼鳃的骨头上或是口腔内的一些地方都长有牙齿。例如，狗鱼在口腔内的大部分骨头上都生有尖锐的剑形齿，这些齿指向后方并铰接在一起，以防止捕捉到的猎物逃脱。然而鲤鱼的口腔内没有牙齿，而是在喉咙里生有结实的臼齿，用于磨碎其赖以生存的植物。包括某些鳊鱼在内的其他硬骨鱼在颚内生有一排密集的梳状齿，用来磨碎岩石上的海藻。鹦嘴鱼的牙合生为一个弯曲的叶片，从而形成一张强健的嘴，这样的嘴可以把珊瑚磨碎，这些碎珊瑚在喉咙里被磨牙磨成碎片，以便鱼吞下去，并且有利于鱼消化珊瑚里活的珊瑚虫。



鳐扁平的身体使其能够藏身于海床，并在那儿静等其猎物，包括蟹和浊水无脊椎动物。鳐鱼扁平的臼齿很适于将它们咬碎。鳐鱼也会从海底窜起来从上面游过再落下，从上面捉住鲜鱼。

大多数的鱼都是食肉动物，而不是食草动物。比起食草类鱼，食肉类鱼的胃要大一些，肠子要小一些。因为植物要比肉需要更长的时间消化，所以食草类鱼生有长的盘绕的肠子。

寻觅食物

鱼有许多方法来寻找捕捉游动着的猎物。静待猎物游得太近的鱼包括垂钓鱼，令人不解的是好几种不同种类的深海鱼和浅海僧鱼都被称做垂钓鱼(见插图，221 页)。这些深海鱼和浅海垂钓鱼及鲛鳐都用假“诱饵”来引诱其猎物，部分是依赖视觉隐藏手段。例如僧鱼生有枝叉状的肉质腮盖，身体是软泥色，当它静卧于泥中时，枝叉状的肉质腮有助于其改变外形，脊鳍上的第一鳍刺就变长形成一根细长杆，而在杆的顶端是一点肉腮盖(即诱饵)。摆动肉杆使“诱饵”在它又阔又大的颚部前后来回摆动，当小鱼靠近来查看时，僧鱼巨大的嘴突然张开，那生满了尖锐的向里伸的牙的嘴一下子就会连鱼带泥和水全吸了进去。狗鱼完全依靠隐藏手段和速度来捕食，狗鱼伪装好后静静的等候，在水草的隐蔽之下，合适的鱼一旦游过来，狗鱼就闪电般游过去咬住猎物。

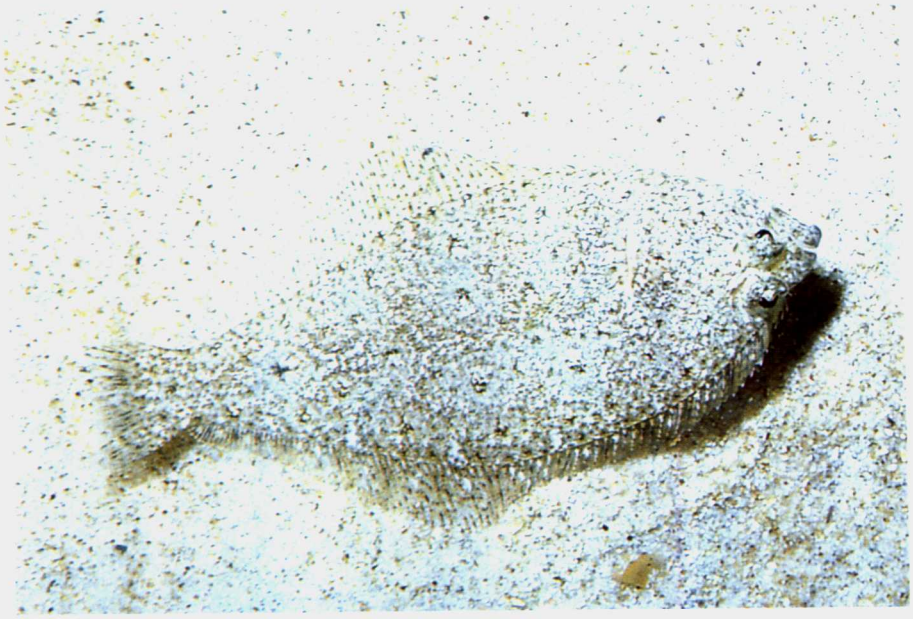
南美洲的一些水虎鱼(淡水鱼)只要水里有一点血就会成群地游过来。它们长着尖锐的门齿，据说能迅速地将人甚至马啃食得只剩下一副骨架。虽然这样的故事常常被夸大，但是一群水虎鱼确实能在很短的时间内将相对较小的游动着的像水豚这样的哺乳动物吃掉。鲑科鱼是一种捕食性的海鱼，它偶尔会袭击大型鱼群，咬死大量的鱼，这在自然界中是非常罕见的现象。射水鱼以其能从嘴里喷出的一束水击落悬垂于水面植物上的昆虫而著称。为了把昆虫从植物上射下来，射水鱼必须把水柱在水面的折射计算在内，在这一点上，这些射水鱼是极其精确的，通常第一束水就能将其目标击落(见 151 页)。

包括比目鱼在内的少数鱼为了寻找猎物在泥里挖沟，然而其他的鱼，比如园鳗，为了隐蔽而挖沟。这些鱼前半部分身体突出在沟外，静待游过的猎物，一整群这样的鱼在水中摆动就能说明它们为何得此俗名。这些鱼一看到有危险就会一起逃回沟里去。

最大的鲨鱼——鲸鲨、姥鲨和鲨——都是滤食动物。它们在游动时嘴大张着，用特殊的筛状鳃从水中滤进许多小浮游动物。

食人鱼

毒鱼不会像鲨鱼那样，引起人们巨大的恐惧和好奇心(见正文)。鲨鱼的确袭击人类，有时会造成死亡。由于鲨鱼对人类的袭击不是很频繁，因此，这清楚地表明，我们不是任何一种鲨鱼，甚至可怕的大鲨鱼的主要食物来源。死亡事故通常是由于鲨鱼咬掉胳膊或是腿，或咬断大血管所致。人们通常以为海鳝也袭击潜水者，但这样事故并不常见，且通常是由于鱼被激怒所致。因此这并不足以说明这些鱼对人类有危害。



比目鱼可改变体色和斑纹，因此几乎能隐身于海底。实验表明，当比目鱼放在有斑点或是格形图案的表面上时，它们甚至会试图将斑纹变成同样的图案，以便保持伪装。

许多鱼都在繁殖地和生长地之间做季节性洄游(见170页)。鱼的这种洄游，对于渔民来说是极其重要的，渔民依靠对鱼这种习性的了解进行季节性捕捞。许多因素都会影响鱼的季节性洄游，包括水温、盐度、海流、阳光和海底或沿岸地志，通常可获取的食物也起着重要作用。还有些鱼每天都在表层水和深层水中做纵向洄游。

鱼的相互影响

许多鱼和其他种类的鱼组成联盟，它们有时和睦相处，有时相互竞争。例如舟鲹通常紧跟着大鲨鱼，捡食鲨鱼吃剩下的食物。它们与大鲨鱼做伴，不易受到捕食者的袭击。除此以外，对于鲫鱼来说，它们用头顶部的吸盘附着在大鱼、海龟、甚至船体身上，省去了许多游动的麻烦。有些渔民充分利用鲫的这一特性，把一条绳子系在鲫的尾巴上，把它放在大海龟后面，一旦鲫附在海龟身上，渔民就会把它拉上船。“清道夫”鱼和体态较大的鱼形成一个不寻常的重要联盟。它们之所以能得其名，因为它们能够把大鱼身上的寄生生物和碎片清理掉(见169页)。

有些鱼生活在海葵或水母带刺的触角之间。并且海葵或水母的叮刺对其无伤害(见169页)。还有些鱼躲藏在其他动物的体腔内，包括海星、海参和海绵。它们这种关系不外乎为鱼提供保护性居所。但有一些生活在其他动物体内的鱼并不满足于吃寄主所捕获的食物，也吃寄主体内的器官，因此这样的鱼是真正寄生动物。南美寄生鲇头部尖，体态细小，寄居在大鱼的鳃内，靠吸食大鱼鳃内的血液为生。人们对这些小鱼很恐惧，因为它们很容易钻进人的泌尿口。一进入尿道里，就竖起鳃盖上的短棘，并在泌尿口寄生下来，只有通过外科手术才能把它们去除。显然人们之所以成为这种小鱼的受害者，主要是因为当人们在水中排尿时，尿液被寄生鲇误认为是从鱼鳃中喷出的水流。

自卫机理

最大的鱼——鲸鲨，体长达15米(50英尺)，最重体重达20吨。一旦鲸鲨身体长到最大，正如姥鲨达10.4米(33英尺)，太阳鱼达4米(13英尺)或实际上任何身长超过1米的鱼一样都不会再受到任何潜在捕食者的袭击。一般而言，体态相对较大的鱼不必具备密斑鱼鳞或其他复杂防卫机理。

鲀和密斑刺鲀总的说来体态相当小，平均只有12厘米(4.3英尺)，但是它们能用气体或是水使自己的身体涨大1—2倍，从而减少受伤害的可能性。除此之外，许多刺鲀和密斑刺鲀全身都长着由改性鳞生成的棘，当鱼身体膨胀时，这些棘就向各个方向伸出使之成为捕食者难以对付的目标。角箱鲀、海马和海龙的鳞很厚，这些厚厚的鱼鳞相互扣住，在身体上形成一层坚硬的外壳，只有尾巴和其他鱼鳍为了游动才会伸出来。一些鱼的鳍上也长着防卫性的棘，例如三刺鱼能够竖直地锁定其肛门棘。骨盘棘和背棘使之难以让捕食者将其吞下。鲇科鱼也有相同的防卫本领并且还生有极其强壮的倒钩棘。板击鱼的第一短粗背棘具有锁定机能，这种防卫机能是通过第一背

食用鱼

鱼是人类的常用食物。大多数的鱼体含有相当大一部分的肌肉组织。这些肌肉组织约含65%—80%的水，16%—23%的蛋白质和不同比例的脂肪。不像哺乳动物，鱼的脂肪是不饱和的，因此鱼肉是一种更有利于身体健康的食物。鱼肉还含有大量维生素，大多数为人们熟知的食用鱼都是海鱼，甚至鲑鳟鱼和鲑鱼也有一段时间生活在大海里。然而在欧洲某些地区，淡水鲤鱼及除鲑鱼外的淡水鱼都经常摆放在人们的餐桌上。在热带国家，淡水鱼的数量更丰富，因此该地区的食物构成中，也有很大一部分是鱼。因为以往对食用营养丰富美味的鱼有一种偏见，所以只是在近些年才有少量北大西洋海鱼投放到市场。在过去的一二十年，这种保守观念得以消除，以前不允许出售的例如僧鱼等鱼类，已经成为了受人们喜爱的昂贵的食品，这正像人们喜欢一些不熟悉的进口鱼一样。此外，鱼籽(鱼卵)还可以制成鱼子酱。鱼子酱通常是用鲟鱼和小鲱鱼的鱼子制成的，但往往也包含有其他海鱼。

优秀的产卵者：鲟鱼

棘后面相对较小的棘压低而得以实现的。人们曾在珊瑚缝里拍摄过一条竖起锁定棘的鱼，捕食者无法将其吞食，只好将其放开。独角鱼的额头上生的又粗又长的角也是一种防卫机理。

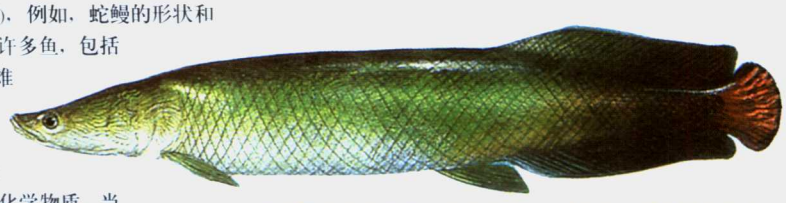
防卫伪装是鱼类常见的一种防卫机理，尤其是众所周知的反阴影(见166页)。鱼脊部颜色深于腹部，当从上面(映衬着更深更黑的海水)和从下面(映衬着从水面投下来的光线)看鱼时，鱼都能伪装起来。非洲的鲇科鱼通常仰游，因此其反阴影相应的也是反过来的，生活在海底的鱼更善于伪装，例如比目鱼能够改变体色和斑纹使其适应所处的海底环境(见插图)。独须叶鱼像一片死树叶，颏上的触须像叶柄；叶海龙从身体上突出许多藻状物，使其像一堆海藻。然而有一种防卫机理需要鱼伪装成有毒的动物(见方框，167页)，例如，蛇鳗的形状和鲜艳的条状体色几乎与毒海蛇一样。许多鱼，包括隐鳍鲇身体透明，这使捕食的动物很难发现。

一些鲤科鱼具有所谓的“惊恐反应”的本领，假如一条鱼遭到袭击或是受伤，它会在水里释放出一种化学物质。当在附近的同类鱼察觉到这种物质时，就会自动地逃走。有些鱼，例如，电鳗、电鲇和电鳐生有带电器官，足以吓走其他鱼，也可以用来捕捉猎物，但是这种带电器官的主要作用还是用来吓走捕食者。还有几种鱼几乎是连续排放微弱的电流，这可能和鱼的感觉功能有关(见方框，191页)。鱼群还会对危险采取合作行为(见156页)。

毒　鱼

许多种鱼会在鱼肉中产生毒质，或者棘会向袭击者体内射入毒液。两种策略主要都是防卫性的，并不是用毒液来捕捉猎物或是建立领地。与陆生的有毒动物一样，毒鱼的斑纹颜色醒目，从而对可能对其袭击的捕食者产生警告(见方框，167页)。要是捕食者很久才发现毒鱼，那么放毒防卫就没有什么意义了。因此捕食者必须学会把警告信号和危险联系起来。在此学习过程中毫无疑问会有一些牺牲者。尽管自然界有这一普遍规律，毒性最大的鱼——毒鲉却非常善于伪装。毒鲉的毒棘像是它的第二道防线，一旦人踩上毒鲉，它会在毫无防备的游泳者的脚里射入毒液，经常使人心力衰竭而死亡。欧洲海里的龙鮋也时常用相同的方法刺伤游泳者。尽管会造成巨痛，但通常不至于致命。尽管龙鮋伪装好躺在沙子里，但是毒鳍棘上的黑斑还是很醒目，这对于其他鱼来说是一个有效的警告。据说对人无害的鳎在胸鳍上也生有一块黑斑，起警告作用。不幸的是人类并不容易辨别出这种警告。但是人一定会看到蓑鲉所发出的警告信号。这种鱼生有精美的扇形鳍，鱼体上生有一层漂亮的红白条和杂色斑纹，毫无疑问这也使得鱼鳍上的长长的毒棘非常醒目。因此，这些鱼在水族馆也是非常惹人关注和喜爱的。

肉毒鱼类中，刺鲀能引起人身上最严重的症状。导致麻木、恶心和麻痹，有时还会引起昏迷和死亡。然而经过特殊训练的日本厨师仍然能加工这种鱼，他们称这种鱼为“河豚”。尽管许多人由于吃了这种鱼而死亡，然而据说日本厨师却能用一种特殊加工方法使之对人不会造成伤害。有些鱼正常情况下是可以食用的，然而个别鱼也会变得有毒。这种现象称为“肉毒鱼类中毒”。这种现象是由于鱼吃了在热带海域中不规律地密集孳生的海藻所引起的。



南美巨骨舌鱼是最大的淡水鱼之一(虽然人们通常认为它并不算最大的淡水鱼)，平均体长2米左右(6.5英尺)。鱼卵被置于鱼挖的沟中。幼鱼从鱼卵中孵化出来后就群聚在雄鱼的头部。雌鱼赶走入侵者。巨骨舌鱼是一种不错的食用鱼，其数量正在大大减少。

参见

- 鱼类：进化与分类　70页
- 鱼类：形态与结构　72页
- 鱼类：生命周期　74页
- 集群行为(框)　156页
- 捕食者与猎物　164页
- 防御、伪装和欺骗　166页
- 寄生与共生　168页
- 迁徙　170页
- 感觉与知觉　188页
- 淡水生态系统　188页
- 海洋生态系统　220页

刺尾鱼之所以得此名称是因为在它的尾干两侧生有锋利的、弯曲的叶形刺，这些刺能在尾干两侧随意抬高或是放下。当不用时，这些刺藏在体沟里，叶片竖起的鱼尾轻抽就会引起捕食者的严重伤害。

两栖动物：进化与分类

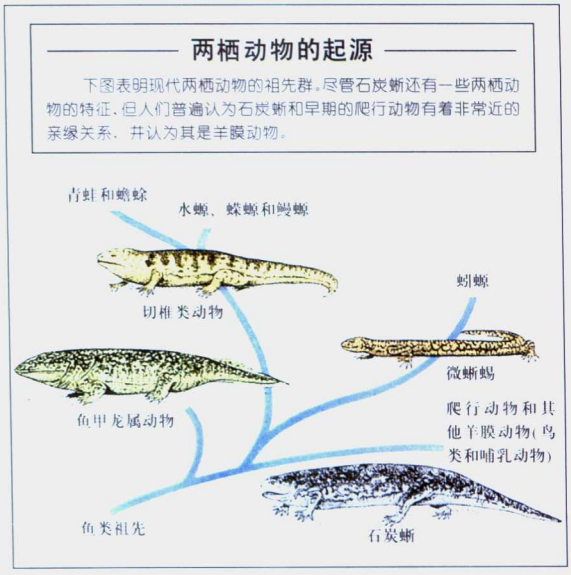
包括现代青蛙、蟾蜍和蝾螈在内的两栖动物在地球上生命的进化过程中扮演过核心角色，因为它们是最早离开水至少一生中一部分时间生活在陆地上的脊椎动物，这就意味着两栖动物以及后来的爬行动物、鸟类和哺乳动物能够移生于一系列以前未曾开发过的陆地生境中。尽管现代两栖动物种类不如其祖先繁多，但是我们还是能从它们身上找到其祖先的生活方式的线索。

关于早期两栖动物的祖先一直没有定论。传统的观点认为(仍有许多人持有该观点)，两栖动物与总鳍鱼从同一祖先进化而来。当今的总鳍鱼的典型代表是腔棘鱼类(见70页)。这类鱼生有像陆生脊椎动物的四肢一样的骨质鳍，而不具有其他鱼的软骨质鳍棘。这类鱼能交替摆动鳍，就像在陆地上行走一样。然而近来提出了一个新观点，认为肺鱼可能是两栖动物的祖先。肺鱼也有极具特色的“行走式”鳍运动，并且在许多方面与两栖动物结构相同(最显著的结构特征是用于呼吸空气的肺)。

从水里到陆地

是什么原因引起水生动物到陆地上生存呢？人们认为两栖动物的鱼类祖先来到陆地是因为陆地上有丰富的食物来源，例如昆虫和其他无脊椎动物，而且那时陆地上没有竞争(见82页)。两栖动物的祖先从水里来到陆地上也就逃离了它的所有捕食者，因此它们才得以在理想的环境下生存和繁荣生长。

大约在3.7亿年前的泥盆纪末期出现的最早的已知陆生脊椎动物或四足动物是鱼甲龙属动物，这种动物四肢发达，胸腔结实。胸腔是在完全重力情况下保护其内部器官的。鱼甲龙属动物并不是现代两栖动物的直系祖先(见插图)，但却代表脊椎动物走上陆地的第一步。



现代两栖动物

现代两栖动物分属3个目：青蛙和蟾蜍属无尾目；水螈、蝾螈和鳗螈属有尾目(鳗螈有时分属一个独立的目)；蚓螈属蚓螈目。为了适应不同的生态环境，每种两栖动物的体态都有巨大的差别，有代表性的如青蛙和蟾蜍居住在陆地或者是靠近陆地的地方，靠捕食移动迅速的动物，如昆虫和蜘蛛为食。水螈和蝾螈居住在相似的却较为隐蔽的栖息地上，以缓慢移动的无脊椎动物，例如软体虫、蛞蝓和蜗牛为食。蟾蜍主要是穴居动物，通常以蚯蚓和其他居住在土壤里的无脊椎动物为食。

人们通常认为青蛙和蟾蜍是由切椎类动物进化而来的。切椎类动物最早出现在大约3.5亿年前的石炭纪早期，其中一些还生有外鳃，例如现代的美西螈(见81页)，但多数切椎类动物体态较大，一些种类长达4米(13英尺)外形像鳄鱼或是蝾螈。也有人认为切椎类动物也许还是水螈、蝾螈、鳗螈和蚓螈的祖先，但是一些权威人士认为蚓螈更可能与生活在3亿—2.5亿年前的一种称为微蜥蜴的小型两栖动物有亲缘关系，其中一些微蜥蜴，是特殊演化而成的穴居动物，并且与现代蚓螈有亲缘关系。

尽管关于现代两栖动物的直系祖先还有许多疑问，但是它们很可能都由一种缓慢移动的祖先演化而来。这个祖先在池塘边捕食，尤其是水螈与蝾螈在形态上与其祖先无大差异。最初青蛙和蟾蜍捕食迅速移动的猎物，因此生有较大且敏锐的眼睛，长长的后肢有利于身体向前猛扑，一个大脑袋，一张宽阔的嘴能张得很大，从而提高了捕食猎物的准确性。蚓螈是优秀的穴居两栖动物，生有流线型的头和软体虫一般的身体，眼睛不大，功能也相对较弱。

两栖动物和人类

两栖动物对我们的生活的影响比初看起来要大。许多文化中的民间传说都经常描绘到两栖动物。西方文化一直认为蟾蜍是受女巫驱使的妖精。没有水螈的眼睛，女巫就无法施展其巫术。青蛙以各种形式出现在土著艺术中，从美洲印第安人的图腾柱到澳大利亚的土著洞穴绘画都有青蛙的形象。在许多国家，青蛙的第一声蛙叫暗示着春天的到来，例如北美东部的雨蛙。

许多生物课程都把青蛙作为典型的脊椎动物来做解剖。青蛙还被广泛地用于医学研究，尤其是有关生理学的神经、肌肉和心脏功能的研究。在高技术出现之前，青蛙被用于验孕。怀孕的妇女排放的尿液中含有的荷尔蒙足以使即将产卵的雌蛙或蟾蜍产卵。蟾蜍的皮腺分泌蟾酥。在中国，发现洋地黄之前，蟾酥用于调节心搏。

两栖动物还可用作敏感的淡水质量的指示者。近些年来某些物种的两栖动物的突然消失或许已经消亡表明不断变化的气候造成了全球性的地下水位的变化和干旱。

参见
- 地球的年龄 4页
- 两栖动物：形态与结构 79页
- 两栖动物世界 80页
- 爬行动物：进化与分类 82页

两栖动物：形态与结构

现代两栖动物的基本躯体结构反映了其祖先由水生动物演化为陆生或半陆生动物的转变过程。这种转变之所以得以实现是由于解决了许多重大的问题。

为了至少部分时间生活在陆地上，两栖动物必须尽量减少它们暴露在空气中被晒干的危险。同时，它们还必须通过呼吸从空气中获取气态氧。最后，它们还必须逐渐形成在没有水的浮力而完全处于重力的环境下移动的本领。

身体解剖结构

两栖动物是一个种类繁多的物种，但是大多数种类的两栖动物都有一些共同特征。两栖动物的表皮下生有特殊的腺体，该腺体分泌出的粘液使两栖动物的表皮能保持光滑潮湿。两栖动物的表皮具有渗透功能，使其能够控制水分的摄入和丧失。两栖动物的舌头通常很长，并且在捕获猎物时还可以伸长。两栖动物有简单的囊状肺，肺壁上布满血管，在限制水分丧失的同时还可以进行气体交换。一般来说两栖动物的囊状肺都是对生的，蚓螈的左肺大大缩小，而无肺蝾螈左右肺都已消失——它们是通过布满血管的表皮和口腔来呼吸的。除了蚓螈外，所有的两栖动物除了真正的眼睑外，还有第三只眼睑或“瞬膜”，用于保持角膜表面的清洁和潮湿。尽管不同种类的两栖动物在躯体结构上还有些细微差异，但是两栖动物的心脏通常有三个心腔——两个心房和一个心室(见方框，181 页)。

三种不同种类的两栖动物的形态互异是因为在不同的生态环境下捕获猎物(见对页)的结果。青蛙和蟾蜍躯体呈蹲坐式，有一个仅有6－10个脊椎的脊柱。这些脊椎上生有横关节突，但没有胁骨，最后一个脊椎在背的中部形成一个驼峰状的突，这个关节突是两栖动物跳跃的枢轴。青蛙和蟾蜍用“坐等”的方法捕获猎物，或是大张着嘴冲向猎物进行短距离的追捕。成年的青蛙和蟾蜍都没有尾巴，这样青蛙和蟾蜍在跳跃时没有妨碍，同时也反映了其在进化的早期就已适应了缝穴或洞穴生活。水螈、蝾螈和蚓螈慢步行走或者爬行，捕食移动缓慢的食物，因而其躯体更像蜥蜴，生有 60－80 节或者更多的脊柱。相对发育不完全的脊柱尾部长满脊椎。蚓螈有230 节或更多的脊柱，且无四肢，是一种软体虫状的两栖动物，它生活在水里或松软的泥土中，靠捕食蚯蚓或生活在泥土中的无脊椎动物为食，并且能以惊人的速度冲向猎物发起攻击。

运　动

对于两栖动物来说，在幼体时期和成熟后返回水里的繁殖期，游泳都是极其重要的。陆上运动对两栖动物在成年的其他时期捕获食物、寻找配偶和逃脱捕食动物的追捕来说是非常重要的。青蛙和蝾螈的蝌蚪在水中左右摆动尾巴游动。水生的蚓螈、水螈和蝾螈像鱼一样在水中游动，S 形的水流从其头部滑过身体。大多数的青蛙和蟾蜍游动时两个后肢同时向后蹬水，但是一些古生两栖动物，例如北美洲的拖尾蛙游动时两个后肢交替蹬水，因此游泳方式不是很有效。蚓螈靠身体作S形摆动，在地上或地下移动。青蛙和蟾蜍用以下两种方法挖穴：产婆蟾头朝前，用其前肢挖穴，而锄足蟾足上生有铲状物，在松软的泥土中挖穴时，铲动其足。大多数青蛙和蟾蜍后肢发达，可以自由弯曲、跳跃，但是还有一些青蛙，例如短肢非洲雨蛙只能像老鼠一样爬行或跑动。一些树蛙的前后趾间均有蹼，使其跳跃变成有控制的滑翔。陆生水螈和蝾螈通过身体向两侧作波浪形摆动向前行，当身体弯曲时，移动身体两侧互为对角线的足。

两栖动物的生理机能

两栖动物是冷血动物，它们依靠外界环境获取热量进行新陈代谢活动，其体温与其所处外界环境接近。在阳光下，其体温升高；在荫凉处或是进入水中时，体温随之下降。

两栖动物用皮肤和肺呼吸，蝌蚪和诸如美西螈等终生处于幼虫阶段(动态持续)的两栖动物用皮肤和鳃呼吸(见 81 页)。对于池塘冬眠类两栖动物和没有肺的蝾螈，皮肤尤其重要(见上文)。

尽管一些生活在沙漠的两栖动物保存水分的能力很强，但两栖动物仍然非常依赖水，在干旱地区许多种类的两栖动物在一天中最热的时候都隐蔽在荫凉处，或者几个月处于夏眠状态(见 175 页)，其身体表面除了鼻孔以外形成一层防护膜，从而大大减少其身体水分的丧失。

两栖动物对身体水分的控制还借助于某些部位的皮肤摄入水分来完成。许多蟾蜍，尤其是在比较干燥地区的蟾蜍，处于蹲姿时，大腿下面一块松垂的皮肤与地面接触(70%的水分就是通过臀部的这块皮肤吸收的)。水对于两栖动物的繁殖也非常重要。

对水分的依赖在寒冷的环境下对两栖动物会成为一个问题。体内所含水分结冰是致命的，然而至少有 3 种北美蛙类，即北美雨蛙、林蛙和灰色树蛙经受得起体内水分的冰冻，前两种蛙通过提高体内的葡萄糖(灰色树蛙用丙三醇)的含量来抵御冰冻。上述的两种物质可以用作防冻剂，冰能在血液里或是细胞间隙形成，但不能在细胞内形成。只要体内发生冰冻水分不超过 50%－60%，青蛙就可以生存下来。

参见
· 两栖动物：进化与分类 78 页
· 两栖动物世界 80 页
· 动物的移动方式 176 页
· 消化 178 页
· 呼吸与循环 180 页
· 神经和内分泌系统 182 页
· 感觉与知觉 188 页

两栖动物世界

像其他动物一样，两栖动物也是通过其感官来感知其周围的环境并对之做出相应反应的。它们对食物、天敌和潜在配偶的感知反应是决定其生存的主要因素。

作为冷血动物，两栖动物在气候温暖时活跃，寒冷时蛰居。如果身体处于活跃状态，一方面需要密切注视其周围环境，对突如其来的有利或不利变化例如潜在猎物的出现或是捕食者的出现，做出相应的反应；活跃状态时另一方面是需要寻找到一块安全、固定的栖息地，为的是在其蛰居期间不易受到伤害。

两栖动物的感官

两栖动物对外界的感知和我们人类的感觉不尽相同。通常两栖动物的视觉、听觉和触觉高度发达，而且对温度的变化、水分的丧失、偏振光和地球磁场的感知也很重要。

对青蛙、蟾蜍、水螈和蝾螈来说，视觉或许是最重要的感觉器官，但是对于穴居两栖动物视觉就不那么重要。对于视觉功能退化的蚓螈来说视觉功能就更微不足道了。树蛙在头部两侧的顶端生有极大的突出的眼睛，使其有双眼视觉和一览无余的视域。树蛙大脑的视觉神经皮质(见183页)含有许多特殊的细胞，在眼睛左右转动时，视觉神经皮质的特殊细胞对移动的物体感觉十分灵敏，这使树蛙能够捕获飞行昆虫和其他移动迅速的昆虫，同时也能使树蛙在因无遮蔽而易受攻击的情况下对捕食者提高警戒。水螈和青蛙在辨认配偶和求爱期间，色觉是很重要的，尤其是体色鲜艳的两栖类动物。

青蛙和蟾蜍的听觉非常发达，同时听觉为之在寻找同一类配偶时所运用的复杂的声音系统提供了先决条件，至少有一种青蛙，即北美蟋蟀蛙，其雌蟋蟀蛙能通过不同的求偶啼叫来分辨来自不同地域的雄蛙。对所有的两栖动物来说，触觉是非常重要的，对水生和穴居两栖动物尤为重要，其在地下或水里摆动能提供有关附近食物、同种的两栖动物(包括潜在的配偶)和天敌的情况。蝌蚪和水生两栖动物与鱼一样生有侧线系统，用于测知水的波动。

水螈和蝾螈的嗅觉高度发达，蚓螈、青蛙和蟾蜍的嗅觉或许也很发达，当水螈遇到食物时，反应非常强烈，通常是非常激烈，甚至会残忍地咬与之争夺食物的动物。嗅觉在水螈求爱时也非常重要，在求爱期，雌水螈能获取从雄水螈发出的化学信号(即信息素)。

生命周期

两栖动物繁殖下一代需要雄雌两栖动物间大量的配合。雄雌两栖动物必须同时处于准备生殖状态，同时到达繁殖地，选择同种的一个合适的配偶，雄性两栖动物必须使雌性两栖动物产的卵受精，而雌性必须找一个适合的产卵地点，这一切都必须尽快的完成，因为在繁殖时，两栖动物极易受到捕食者的伤害。

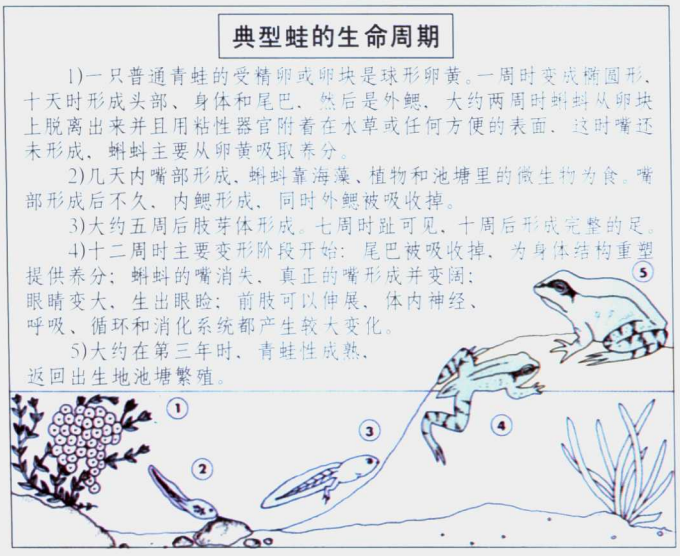
气候的变化，例如日长和温度的变化(见174页)促使两栖动物达到准备生殖状态和迁徙到繁殖地。气候的变化能引起成年的两栖动物的荷尔蒙发生变化。许多青蛙、蟾蜍和水螈能够准确无误的找到自己的繁殖地。通常它们经过几公里的跋涉，经过无数个似乎合适的繁殖地到达它们作为自己“家”的池塘(见170页)。视觉和嗅觉在寻找繁殖池塘时是非常重要的，但是两栖动物在阴天时可以利用地球的磁场或太阳发出的偏振光，准确找到它们的路线。

雄性通常先到达繁殖地，在那儿进入准备生殖状态。它们异常活跃却并不进食，或许研究区域标志找出最好领地。在繁殖期，青蛙和蟾蜍不啼叫。欧洲普通蟾蜍在繁殖期内两星期不啼叫，在准备生殖状态末期，雄性把它们自己间隔开并且保卫各自的领土。青蛙和蟾蜍为了领土进行啼叫和战争，最大的领地通常属于最喧嚣的青蛙或蟾蜍。有时还会因为领地发生打斗，青蛙互相摔打，斗蛙无愧于其名字，充分利用其尖锐拇指刺，使其对手受到重创。

当雌性两栖动物到达繁殖地时，雄性发出交配鸣叫，雌性两栖动物积极的对其同种雄性发出的交配鸣叫做出反应，并且把该鸣叫看作合适雄性配偶品质(即作为其配偶的身材大小和健康程度)的标志。虽然雄性水螈并不鸣叫，而是通过复杂的求爱姿势和从尾部释放随水飘去的信息来求爱，雌性水螈通过雄性水螈跳的复杂的求偶舞蹈来判断其健康状况。除了水生两栖物种交配前的展示行为外，人们对于蚓螈的求偶行为一无所知。

蚓螈进行体内受精(见184页)。雄性蚓螈把拟阴茎(包括生殖器开口即泄殖腔)的末端插入雌蚓螈的肛门。水螈和蝾螈也进行体内受精。雄性水螈和蝾螈产出精液包或精囊并将之置于地面或是池塘底部，然后将雌性引至精囊处，雌性将精囊置于体内。卵在脱离泄殖腔时便能受精。然而有一些物种，受精卵会一直留在母体内，直到受精卵进入幼体后期阶段才脱离母体。大多数青蛙和蟾蜍进行体外受精，雌蛙和雌蟾蜍把卵从肛门排出，雄蛙和雄蟾蜍马上使其受精。

普通蟾蜍用其又长又粘的舌头捕捉昆虫和无脊椎动物，其舌头能在1/10秒内伸进伸出。普通蟾蜍只吃正在移动的猎物，并且一瞬间就将其吞入口腔。



生长和发育

两栖动物的卵比较大(然而不如最小的鸟卵大)，含卵黄像鱼卵一样，两栖动物的卵有胶状囊，却没有高等脊椎动物卵的保护膜(见86页)。但是将卵产在水外的物种可能会有外囊，卵在外囊里完全或不完全发育，胚胎在离开卵囊时已长成晚期蝌蚪或小型成年动物。

从幼体进入成年阶段，是一个突变过程(变态)，并且经过形体的重大变化。青蛙的这种变化远比蝾螈和蚓螈要更为剧烈，形成青蛙之前独立生活的蝌蚪的这种变化要比在雌性两栖动物体内的卵囊内发生变形的物种要更为显著(后者母体会产下后期阶段的蝌蚪或者幼小两栖动物)。水螈和蝾螈的幼体更像其成体：生命初始便是食肉类动物，并且先生出前肢。

蚓螈要么产卵，有一个独立生活的幼体阶段(幼体除了体外有大的鳃之外，极像成体)，要么产下幼蚓螈。

繁殖变异

青蛙和蟾蜍在繁殖行为的多样性方面是两栖动物中最具特色的。雄性产婆蟾后肢上缠绕着一条或数条念珠似的卵带，卵在其中孵化成后期蝌蚪。许多青蛙有卵袋，高尔地蛙把卵放在背上的凹坑内。真正的南美袋蛙、澳大利亚袋蛙及两种达尔文蛙在长成后期蝌蚪或发育完全的幼蛙之前一直呆在雄蛙的声囊里。也许最奇异的抚育方法是两种澳大利亚蛙的胃育，雌蛙把小蛙放在其胃里，胃部暂停其消化功能充当拟子宫，但是令人遗憾的是这两个物种现在都灭绝了——一种从1981年就不曾见过，另一种从1985年就不曾见过。

一些水螈和蝾螈还在幼体时期就能繁殖，这种现象称作幼期性熟，这种幼期性熟最著名的例子是美丽螈(蝾螈的一种)。幼期性熟的水螈也很著名，而且在海拔高的地区很常见。欧洲大蝾螈通常在高海拔地区产下幼螈。

进食和食物

多数两栖动物是机会主义进食动物，它们捕食任何体态大小合适的活无脊椎动物。体态较大的物种也吃鱼、其他两栖动物、蜥蜴、老鼠和小鸟。两栖动物通常是周围有什么就吃什么，例如幼水螈通常吃青蛙的幼体蝌蚪，许多热带蛙和蟾蜍喜食白蚁和蚂蚁。但也有一些专化的采食者，例如墨西哥穴居蟾就只吃白蚁。甚至还有一种专以水果为食的青蛙——一种体态小的红色树蛙(雨蛙属)，粉红色的浆果是这种树蛙的日常食物来源。

防卫机理

从食肉动物的角度来看，两栖动物，尤其是青蛙是非常理想的食品。青蛙肉高营养高蛋白，且没有皮毛、羽毛或鳞、骨头也较小，因此许多哺乳动物、鸟类、爬行动物(尤其是蛇)，甚至诸如蜻蜓的幼虫和水蝎都捕食青蛙和蝌蚪。鉴于两栖动物是许多动物的理想食物，因此毫不奇怪两栖动物进化有一套防卫本领。

两栖动物的防卫机理属于非挑衅性防卫，它没有像蛇的毒牙那样的喷射毒液系统，也没像昆虫那样的毒针，它们总是逃避与捕食者正面交锋，但是如果被逼急了，还是有极有效的防卫本领。一些种类的两栖动物的第一防卫本领是虚张声势。许多物种使全身充气膨胀，例如南非角蛙本来已经滚圆的身体在充气后几乎膨胀成一个球体，欧洲普通蛙肢体变硬直立起来，并跳离地面。蝾螈的虚张声势更具戏剧性，它头向后仰将头部下面颜色鲜艳部分露出来。假如捕食者没被吓走的话，除了虚张声势外，两栖动物还要采取更积极的防卫方式。蟾蜍和毒蛙会活化皮肤里的毒腺。还有许多物种生有能穿透表皮的骨质刺，例如西非毛蛙的指夹和趾尖，鳄螈的颚角钩和欧洲尖胁螈的胁骨尖。树蛙，许多种类的蝾螈、水螈和蚓螈也分泌毒液。

多数两栖动物都善于伪装，身体形状和体色都与其周围环境极其相近，因此能减少采取更费力的防卫行为的机会。一些物种采取非常有效的伪装，例如澳大利亚瀑布蛙和绿眼蛙，类似叶子的亚洲角蟾蜍和中美洲玻璃蛙在水里几乎是全透明的。

参见
- 两栖动物：进化与分类 78页
- 两栖动物：形态与结构 79页
- 性与繁殖 184页
- 生长与发育 186页
- 感觉与知觉 188页

粘螈之所以得其名是因为当其处于警戒状态时，皮肤分泌出一种粘性物质阻塞捕食者的呼吸通道，给其造成非常不适的感觉。

爬行动物：进化与分类

尽管最早从水里来到陆地的脊椎动物是早期两栖动物(见78页)，然而这些动物没能完全脱离水，因此它们能够居住的陆地是极其有限的。爬行动物则完全征服了陆地。这些爬行动物包括恐龙、鳄鱼、海龟、蜥蜴和蛇。

爬行动物之所以能够离开水生活，是因为其具备两栖动物所不具有的许多特征，其中最重要的是保持体内水份高度有效机理的形成(见88页)和繁殖不再依赖外部水环境。

最早的爬行动物

大约从3.4亿年前到早期石炭纪，出现了已知最早的爬行动物，其身材极小，只有20厘米(8英寸)长。那个时期，温暖潮湿气候形成了大片肥沃的、有利于植物生活的湿地(即今天的石炭煤系)，这为动物提供了良好的栖息地。起初这些湿地生活着两栖动物。到了石炭纪末期，大约3亿年前，气候变得又干又热，湿地开始消失。因为爬行动物不依赖水，这时的环境非常有利于其生长。从这时起，爬行动物真正开始了征服陆地的时期。

在干燥的陆地上，抓住并杀死挣扎逃脱的猎物是很必要的。爬行动物进化的一个重要表现是头盖骨机械力量的改进。爬行动物的头盖骨变高变窄，使提颚部和颈部的肌肉系统增强。许多种类的爬行动物的头盖骨还发生了许多其他的变化(人们由此给爬行动物的主要类群下定义)。原始爬行动物的头盖骨只有眼睛和鼻孔，因此头盖骨结构结实但是沉重，仅能生出有限的肌肉系统。现在这种系统只有海龟和乌龟身上才有(缺方类爬行动物)。另一物种，即低级爬虫类的爬行动物头盖骨里侧、颚骨下部另生一个开口。双孔类爬行动物除此之外，还有一个位置更高的开口。最后的物种群包括最活跃的爬行动物——鳄鱼、蜥蜴和蛇以及已灭亡的恐龙。许多已灭亡的爬行动物，包括鱼龙和蛇颈龙只有上开口，因此称之为缺方类。人们认为实际上这些物种还包括许多完全丧失下部开口的双孔类爬行动物。

最初，爬行动物主要是低级爬虫类的爬行动物(即似哺乳类爬行动物)。这一物种最终演化为哺乳动物和人类(见98页)。这时的双孔类爬行动物，如鳄目，主要由在外形上极其像仍生活在新西兰的玄楔齿蜥(见85页)的食虫动物组成。但从这些物种演化成主宰地球的各物种——占领陆地的恐龙、海洋里的沧龙和天上飞的翼龙及随后的鸟类。

恐龙的出现

最高级的爬行动物恐龙最早出现于2.3亿年前，并且在地球上生活了1.6亿年之久。恐龙不像现在生活在地球上的爬行动物，不是爬着行进，就是把肢体伸出体侧来行进，而是像现在的哺乳动物和鸟一样行进。恐龙行走时肢体直接位于身体下

三叠纪时期(2.5亿—2.05亿年前)　　侏罗纪时期

面。然而像现代大多数爬行动物一样，人们认为多数恐龙是冷血动物(变温动物，见87页)。许多恐龙身躯巨大，有些重达100吨，种类近1000种。“恐龙”这个词希腊语意为“可怕的蜥蜴”。恐龙既有食肉性的也有食草性的。

恐龙的祖先是和生活在2.4亿年前的三叠纪早期的早期槽齿动物(槽齿类)一起发现的。古生槽齿动物稍有些像现代鳄鱼(鳄鱼也是从槽齿动物进化而来)，尾巴又厚又扁便于游泳，后肢有力便于捕食。当它们出现在陆地上时，肢体长度不一，这意味着后肢比前肢的潜在移动速度更快。早期恐龙抬起前肢，用后肢奔跑，进化成两足动物。同时沉重的尾巴作为平衡身体的重物，解决了后肢与前肢的潜在移动速度不一致的问题。

三叠纪恐龙

真正早期恐龙出现在2.3亿年前的一块超大联合大陆上(见8页)。早期的恐龙分为两目：蜥臀目和鸟臀目。蜥臀目恐龙的骨盆结构像现代蜥蜴的骨盆，鸟臀目的骨盆结构像现代鸟类的骨盆。

早期鸟臀目恐龙生有鸟足。最早的体态较小的两足食草恐龙身长约1米(40英寸)，与现代鳄鱼一样，它们夏眠。炎热干燥的夏季，它们潜伏在其洞穴里(见175页)。早期的蜥臀目恐龙生有兽脚亚目，是一群身长约2米（6.5英尺）的两足食肉恐龙。这两目恐龙有明显的两类：食肉恐龙体形、头部都较大，虚骨龙体形、头部均较小，颈部较长。人们认为鸟类是由虚骨龙进化而来的(见90页)。

侏罗纪恐龙

2.05亿—1.35亿年前的侏罗纪时期，巨大的蜥脚类恐龙(与兽脚亚目食肉恐龙有亲缘关系)是当时主要的食草动物。这类恐龙包括几种形体巨大的四足动物，如雷龙和梁龙，其中最大的是长臂龙，体长25米(80英尺)，体重100吨。这些体形庞大的恐龙很多时间都在湖里和河里吃草，水能支持它们巨大的体重。同时，食肉龙进化成体形巨大(12米，40英尺)、身体沉重的食腐肉动物。与之形成鲜明对比的虚骨龙是体形小而活跃的捕食者——其中一种身长仅60厘米(2英尺)。

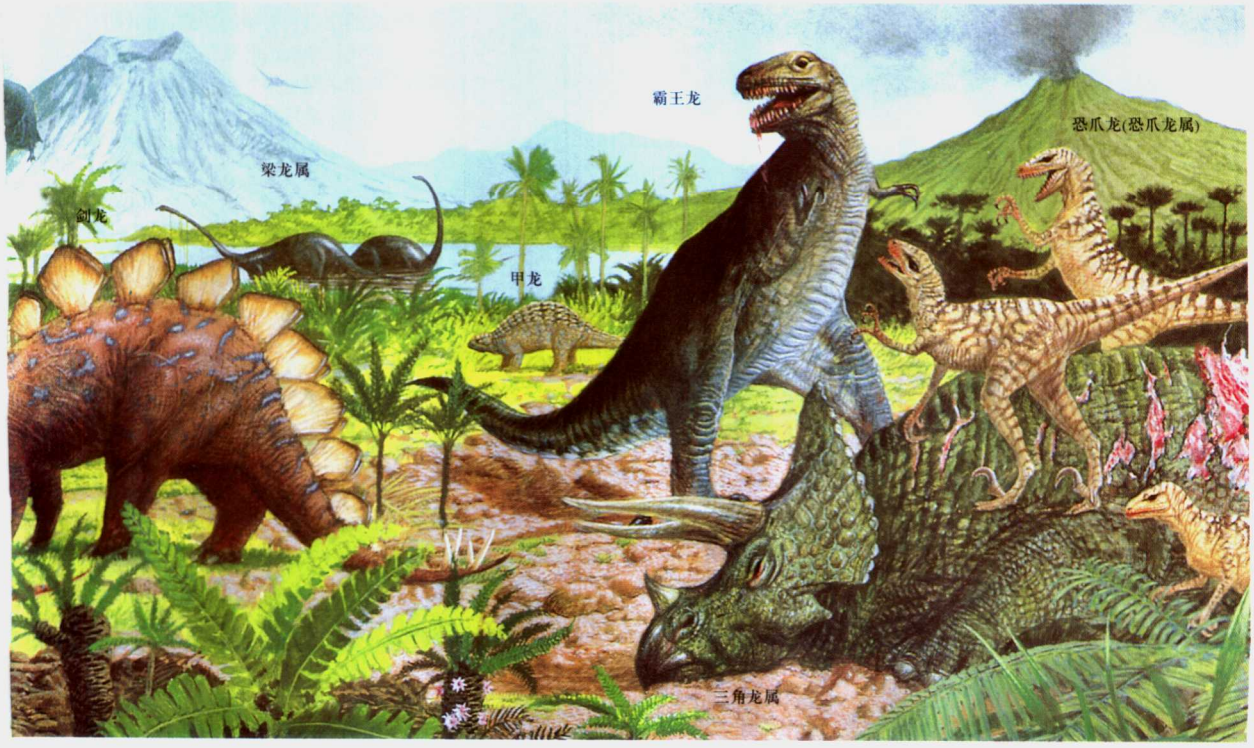
在这一时期，鸟脚类和鸟龙类恐龙进化的一种重要表现就是生出长满肌肉的颊、磨牙和次生颚。该上颚将鼻腔和口腔分开，使恐龙在咀嚼食物的同时也能进行呼吸。许多鸟脚类恐龙直到恐龙时代末期也无甚变化，一直体形较小。然而侏罗纪还是以巨大的鸟脚类恐龙的出现，例如食草的禽龙的出现为标志，人们认为恐龙通常30只一群，可以防止捕食者的袭击。剑龙(带剑爬行动物)的防卫机理是尾部生有两对尖刺，背部至尾部也生有两排垂直的角质鳞片或刺，但也有人认为这些刺主要是为了炫耀。

白垩纪恐龙

1.35亿—6500万年前的白垩纪，出现了一种浑身长满结实的角质鳞片的鸟龙目恐龙，其中有甲龙。甲龙之所以有此名称是因为其后背和尾部覆盖的厚厚的角质鳞片在骨盆部熔合形成了一层结实的盔甲。

两足的鸟脚亚目恐龙身材较小，以草为食，而最终从它进化来的却是较大的动物，带有三个角的三角龙就是其中之一。三角龙最容易受伤的颈部生长着巨大的骨壳。尽管角看起来是用来御敌的，但是现在人们已经知道它主要是用来与同类角力。体态较小的肿头龙也是鸟脚亚目恐龙的后代之一。肿头

(2.05亿年—1.35亿年前)　　白垩纪时期(1.35亿—6500万年前)



恐龙的灭绝

恐龙为什么在6500万年前突然地消灭至今仍是一个难解的谜。人们提出了大量的理论，有的人说是植物发生了变化导致了恐龙的便秘，也有人认为是因为哺乳动物吃光了恐龙蛋。

一个最具代表性的理论是当时一个直径为15公里(9英里)的陨石坠落到了地球上。这一理论的基础是在地球表面发现了铱含量高的一层薄土。铱是一种稀有金属，通常只有在陨石中才有如此高含量。陨石落到地球上时，会掀起大量的尘土，这些尘土遮住了太阳光而使地球昏暗达几年之久。这可以用来解释为什么大的陆生动物消失了，而小的动物却存活下来了。

这一理论的缺陷是恐龙似乎在距灭绝500万年以前数量就开始减少。那时候，其他生命形式也开始灭绝，但是这些灭绝不仅相隔几万年的时间，而且还具有选择性，有些动植物显然未受影响。

一个使人信服的恐龙灭绝的理论必须考虑到恐龙确切的灭绝时间及其奇特的选择性。迄今为止，没有任何理论能做到这一点，所以恐龙的灭绝仍然是一个谜。

龙的头骨顶部厚度达30厘米(12英寸)，这些恐龙能够像山羊和绵羊那样用头来顶撞。它们可能在雄恐龙的带领下过着群居生活。

当时最繁盛的食草恐龙就是鸭嘴龙，它是从体态较大的鸟脚亚目恐龙进化而来的，也过着群居生活，有公共的“恐龙托儿所”，在那里有成年的恐龙照看着恐龙幼仔，这与现在的鳄鱼很类似。

食草恐龙向前进化的同时，食肉恐龙也在发展。人们知道得最多的就是样子凶恶的霸王龙。它是两足食腐动物，身高有6.5米(21英尺)。但是到目前为止，最可怕的食腐动物是只有3米(10英尺)长的恐爪龙，在这类两足食肉恐龙的后足上有一个镰刀状的爪，可以用来撕开猎物。它们群体觅食，见到猎物就会猛扑上去。

灭绝的海中爬行动物及水中爬行动物

在栖息陆地的同时，有些爬行动物(不包括恐龙)回到水中，其中一个例子就是鱼龙。鱼龙最先出现在三叠纪初期，它们看起来非常像鲨鱼，有一个三角形的背鳍和垂直的尾鳍，以小鱼和鱿鱼为食。有些鱼龙长达12米(40英尺)。即使在繁殖的时候，鱼龙也不离开水，它在体内孵化产卵，然后生下活的幼龙。

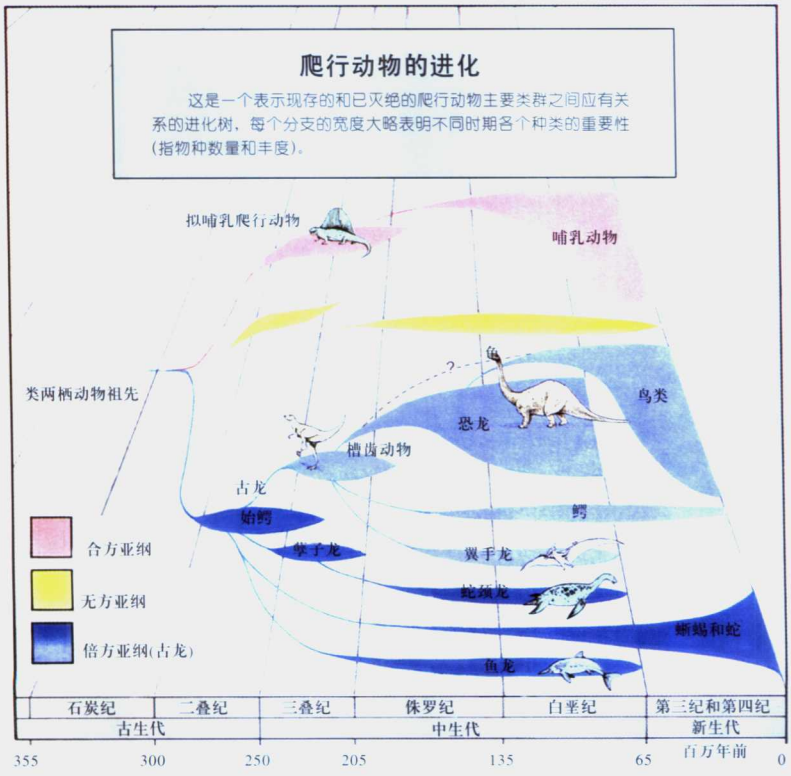
在三叠纪，有长喙蹼足的幻龙是海中常见的食鱼动物。接下来的侏罗纪，海洋被蛇颈龙所霸占，一些蛇颈龙以其小头和极长的颈著称。蛇颈龙有鳍状的前肢，可以游泳。这些前肢实际上起着水翼的作用，使蛇颈龙能在水下像企鹅和海狮那样“飞”。长颈的蛇颈龙以鱼为食，而那些短颈的以鱿鱼为食。在白垩纪，一群巨蜥进化为海洋上的海蛇，被称为沧龙。

三叠纪末期鳄鱼开始出现。在初期这些鳄鱼完全是陆生的，后来一些鳄鱼返回水中去占据一些半水生的食肉动物和食腐动物的生态位，进而长出了带有无数渔栅状牙齿的长喙。随着典型的鳄鱼特征的演变，这些爬行动物的外形趋向三叠纪初期原始的槽齿动物，这些槽齿动物曾在当时占据了同样的生态位。

滑翔爬行动物和飞行爬行动物

最先出现在空中的脊椎动物是爬行动物，即出现在三叠纪(3亿—2.5亿年前)的滑翔蜥。从形态上看滑翔蜥与现在远东的飞龙相似，它的飞行膜是由长的肋骨支撑的。除了这些能滑翔的爬行动物，还有一些动物能在空中活动，其飞行原理与今天的降落伞大体相同。

三叠纪后期翼手龙才真正能飞行，翼手龙具有完备的从腕部到尾部的飞行膜(见插图，176页)。早期飞行动物有长的骨质的尾巴和大量的牙齿，而后期的飞行动物的骨头是充气的，牙齿和尾巴也不复存在，从而减轻了自身重量(如鸟类)。



参见
· 星球外貌的变化 8页
· 爬行动物：形态与结构 85页
· 爬行动物：生命周期 86页
· 爬行动物世界 87页
· 哺乳动物的出现 98页
· 动物的移动方式 176页

爬行动物：形态与结构

考虑到乌龟、蜥蜴、鳄鱼和恐龙这些爬行动物之间的差异，你就会明白为什么不可能简单地概括出爬行动物的轮廓。爬行动物的种类确实很多，未分化的爬行动物存在于这一类动物进化的早期，但是现代爬行动物的形态由于发生了多种多样的特化而与初期的爬行动物区别很大。

早期的爬行动物较小，长约20厘米(8英寸)，身子长，用来爬行的四肢短，脑骨小。与两栖动物相比，主要的区别是它们有强壮的四肢可在陆地上行走，已发育出完整的颈部，头部相对较小，颅骨也发生了重大的变化(见82页)。

龟

海龟、乌龟和水龟(海龟目)的最显著特征是“壳”，更确切些可以把它分为壳体(上部)和腹甲(腹部下部较平部分)两部分。与卡通片给人留下的印象不同，龟不能从壳中爬出来，壳体与腹甲是同肋骨、脊椎、肩部及臀肢带相连的。壳体和腹甲是由20—30块骨质块组成，上面覆盖着角朊或角质。许多龟壳是彩色的，这是因为角质的缘故，而非骨壳本身引起的。

既然龟缩在骨壳里，那么它怎么长大呢?在幼年时期，龟的骨壳块都已存在，而且各自独立生长。在生长过程中，每个骨块都在其表面形成新的骨环，这就意味着，每个骨块在生长过程中保持相同的形状，这样不会影响壳体与腹甲的整体形状。正如树的年轮显示树的年龄一样，每个骨块上的环数也能表示出龟的年龄。但是，因为龟获得食物的情况和气候条件不同，每年所形成的骨环数量也不同，所以龟骨壳上的环数并不能确切地表明龟的实际年龄。

龟的颅骨是骨质的盒状物，上面有两个很大的眼窝。龟在进化早期牙齿就已不复存在了；相反在龟颚的边缘上长着一排锋利的骨质喙，可以用来咬食大部分的动植物。龟的四肢短而强壮，既可用来在陆上行走，也可用来游泳。在游泳时，足分开形成了一个宽桨。

在需要保护时，龟可以把四肢和短尾缩入壳内。它也可以把头缩进去。缩头有两种方式，侧颈龟把头在颈内弯向旁边，而曲颈龟亚目(现存的大部分)则垂直地低下头。

鳄　鱼

鳄类动物(鳄目)很少，只包括鳄鱼、短吻鳄和长吻鳄等8个属。它们的背部皮肤内都长有骨质块，都有用来游泳的陡长尾，四肢都很短，颅骨延长成长长的喙。

鳄类动物适于水中生活，当然也可在陆上活动。其颅骨的形状非常适于捕食，长喙上长有许多尖状牙齿，可用来捕鱼食肉。此外，在鳄鱼的鼻腔和嘴之间还有一个辅助颚。这样，即使鳄鱼的嘴里满是水，它也可以在水下呼吸。哺乳动物的辅助颚完全是一个独立的生理结构(见98页)。

蜥蜴、蛇和斑点楔齿蜥

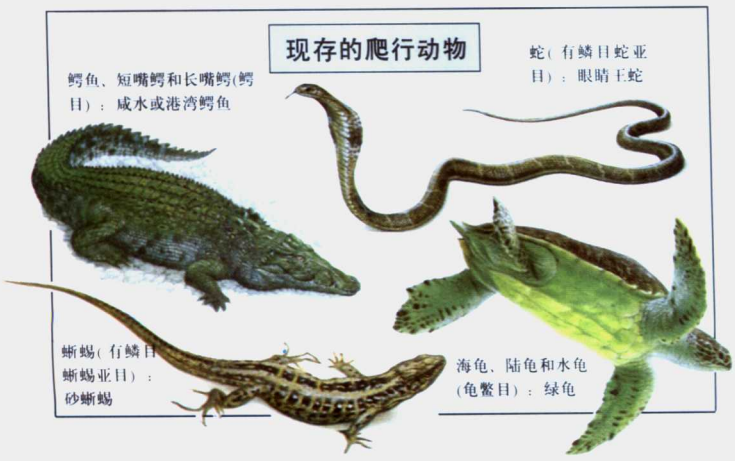
蜥蜴、蛇和蚓蜥一起构成了爬行动物斑点楔齿蜥目，它们是现代最繁盛的爬行动物，其中最大的两群各包括几百种。尽管现在存活的最大蜥蜴——印尼巨蜥(见89页)有3米(10英尺)长，但大多数蜥蜴都很小，有些小壁虎只有几厘米长。现代蜥蜴主要食用昆虫和小型猎物，但较大的蜥蜴通常为食草动物。

蜥蜴的身上发生了一些变异。首先，它的脑骨由几块相互分开的可移动骨块构成(这种诱发变异被称为颅分裂)。在其喙顶部和腭的后部各有一个关节，蜥蜴的喙能上下张开。在颚关节上部，方肌骨的两端也分别有一个关节使蜥蜴的颚张得更大。活动的颅骨提高了蜥蜴捕食的能力。

蛇有两大主要特征：四肢的消失和颅骨的大分裂。蛇是在1.2亿年前从蜥蜴进化而来的，它们非常擅长捕食，以窒息、撕咬和毒液的方法(见89页)杀死猎物。最小的蛇长20厘米(8英寸)，以白蚁为食。而最大的蟒可长达10米(33英尺)。所有蛇的颅骨都极松弛，上面带有无数关节，使蛇可以改变颅骨的形状来吞食可能比蛇嘴正常直径大几倍的巨大猎物。蛇没有四肢，因此形成了几种独具特色的运动方式(见176页)。

上面提到的蚓蜥身形较小，没有四肢。它是生活在热带地区的一种穴属蜥。它的颅骨变得小而尖，可用来挖洞。而且这种蜥蜴看不见东西。

新西兰的斑点楔齿蜥(喙头目)长度适中，形似蜥蜴，具有原始的非运动型颅骨。它以蜗牛、蠕虫等无脊椎动物为食，有时也吃小蜥蜴和小海鸟。现在所知道的与其有最近亲缘关系的动物生活在三叠纪和侏罗纪时期，大约在2.2亿—1.5亿年前的恐龙时代的早期，并且存活到今天的这一种是原来种类繁多的群体中最后的遗迹了。



参见
· 爬行动物：进化与分类 82页
· 爬行动物：生命周期 86页
· 爬行动物世界 87页
· 动物的移动方式 176页
· 消化 178页
· 呼吸与循环 180页
· 神经和内分泌系统 182页

爬行动物：生命周期

爬行动物的习性远不如哺乳动物和鸟类那样复杂，有些爬行动物在交配和繁殖时，很少需要求偶和哺养幼仔。

但这并不是说根本不存在求偶和哺养幼仔。许多雄性爬行动物在繁殖季节要进行仪式性的搏斗，而许多蜥蜴和蛇(通常是雄性)则霸占地盘。

龟

乌龟和海龟交配前要进行炫耀和残忍的搏斗。以红腿龟和南美森林龟为例，雄性在地上笨拙地爬行，一旦碰到可能的对手，它们就会提出挑战。如果碰到的不是同类，乌龟就会爬走。如果挑战成功，两只乌龟就会开战，它们相互撞击硬壳，以便把对手撞翻。胜利者会继续赶路，而失败者设法使自己翻过来，如果遇到的既不是同类也非其他种类的雄性，乌龟就会靠近一些进一步确认。它经常会发现自己发情的对象是一块石头或木头，这时它后退回来。如果确实是一个雌性，它会四处闻一闻判断它是否是同类；如果是，它会向它求爱，然后进行交配。

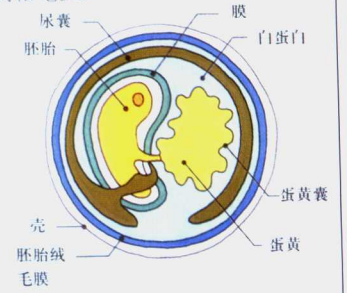
所有的乌龟都产蛋，雌龟用后足挖出一个窝，把一窝蛋产在那里。小乌龟一窝产4—6个蛋，而大海龟一窝可产100多个蛋。海龟通常迁移到几百公里以外的地方产蛋(见170页)。乌龟根据当地的条件改变产蛋方式。北美的彩色海龟每年在美国北部产两次蛋，每窝大约11个蛋，因为在那里活动期短。而在气候温暖的路易斯安娜州，彩色龟每年要产四、五窝蛋，每窝有4个蛋。所产的蛋数是相同的，但窝数的增加减少了被捕食的危险。无论对乌龟还是对海龟来说，窝被洗劫确实是一个严重的问题，大多数的龟蛋和幼仔都在窝中被捕食性的哺乳动物、鸟类和蟹类所食。

现在，人们认为龟不哺养幼仔，产下蛋后就离开。对海龟的专门研究表明，幼仔相互影响，这种影响非常重要。一大窝的龟蛋可能埋到50厘米(20英寸)深的沙子里，以免被其他动物吃掉。当幼仔从蛋壳里出来时，它们四处乱撞，好像通知其他的幼仔赶快出来，然后全体幼仔向上爬，偶尔停下来养精蓄锐，然后突然钻出沙面，成群向海里爬去。蟹、狐狸和浣熊等动物等在那里捕食它们，但是大量的幼龟一起搏斗，就使一些幼龟能游到相对安全的海里。

陆地龟，如加拉帕戈斯巨龟的交配是很困难的。位于尾巴下面的生殖器必须接触才能传递精子。这样，雄龟不得不趴在雌龟的上面努力寻求平衡，以免掉下去。对淡水龟和海龟来说，因为它们可以在水中交配，这一过程容易一些。

爬行动物的蛋

爬行动物的蛋提供了幼仔早期发育所需要的一切营养。同所有的生物一样，最初发育阶段要在水介质环境下进行；因此，爬行动物胚胎位于“池塘内”，外面有膜包绕(见186—187页)。由于这种结构，爬行动物(及其演化来的后代，哺乳动物、鸟类都有这一特征)被称为羊膜动物。蛋黄囊内的蛋黄为胚胎的发育提供了营养，而另一个膜(尿囊)是呼吸和排泄器官，即可以吸入、呼出气体，又可排出废物。蛋清起到额外的缓冲作用，而且可提供水分和蛋白质。整个结构由保护膜和蛋壳包围，蜥蜴和蛇的蛋壳柔韧，而鸟龟和鳄鱼(及鸟类)的蛋壳由碳酸钙组成，非常坚硬，所含的钙有利于内部骨骼的形成。这种繁殖能力使爬行动物能够远离水，生活在广阔的陆地上。



鳄类动物

直到最近，人们还普遍认为鳄类动物作为父母是很残忍的。它们对自己的幼仔漠不关心，但还不至于吃掉它们。然而，现在人们已经知道所有的鳄鱼为了存放鳄鱼蛋都建造精美的窝，窝的设计比较特殊，可以抵御洪水，一些(可能所有)种类的雌鳄鱼都守着蛋窝以防其他动物的入侵。关于鳄鱼的一个奇妙的(无法解释的)事情就是幼鳄的性别是由孵化前那段时间温度的细微变化所决定的。

当幼鳄开始在窝里吱吱叫时，雌鳄就会扒开土，帮助它们爬出来。有些种类的雌雄鳄鱼一起把蛋壳移开，帮助幼鳄出来。美洲雌短吻鳄(也许是其他种类)把刚孵化出的幼鳄用嘴叼到水中。一出生幼鳄就能自己觅食，但是，它们仍有两年时间呆在父母的附近，听到幼鳄痛苦的叫声时，父母也会赶紧做出反应。

蜥蜴和蛇

蛇的视力很差，不能通过皮肤图案和颜色认出自己的同类。它们可能通过气味来分辨出配偶和敌人。雄蛇进行例行的搏斗。蛇之间的搏斗类似于人的摔跤，两条蛇直立起来，身体缠绕在一起，使对方倒在地上的蛇为“获胜者”。这一过程中，蛇的身子不停地摇摆，因此，过去人们常常认为蛇在跳舞。搏斗的目的是检验力量，也就是在交配前检验适合者。但雄蛇不咬同性，因此不会有任何伤害。

蜥蜴和蛇不同，它有很好的视力，在交配前更多地依靠眼睛活动。比如说，有些种类的蜥蜴能伸长脖颈向对手主动地显示自己的花色。大部分的蜥蜴和蛇的产蛋方式同其他爬行动物相同，但有些种类，特别是生活在较冷地区的，把蛋留在雌性身体内，从而生下活的幼仔。雌性为保持较高的体温呆在阳光下，以利于蛋的孵化。这样既避免窝太冷而把蛋冻死，又可减少幼仔受捕食的危险。

参见

- 爬行动物：进化与分类 82页
- 爬行动物：形态与结构 85页
- 爬行动物世界 87页
- 领地、交配和社会组织 156页
- 迁徙 170页
- 性与繁殖 184页
- 生长与发育 186页

爬行动物世界

加蓬蝰蛇。蝰蛇和响尾蛇科毒蛇的毒牙长在颚的前端，它在向敌人进攻之前需先移动其毒牙到适当位置。而眼镜蛇、树眼镜蛇、珊瑚眼镜蛇和海蛇的毒牙虽也长在前部，但它们的牙是固定的。毒蛇在进攻时能促使嘴部的两个毒腺分泌出毒液，毒液就通过中空的毒牙射出来。

像鱼类和两栖类动物一样，爬行动物是冷血动物。提到冷血动物，人们一直错误地认为冷血动物摸起来又冷又粘，从某种程度上温度“低于”鸟类和哺乳动物。“爬行动物”这一词的意思就是“爬行”的动物，这就反映了人们对它们的厌恶之情。尤其是蛇，伊甸园的恶蛇一直受到人们的歧视，有着凶险恶毒的坏名声。在其他文化中，蜥蜴被认为是有毒的。

这些观点大多数是错误的或是不完全正确的。直到最近，大约从20世纪50年代起，人们经过野外和实验室大量研究后才消除了对爬行动物的种种偏见。

控制体温

20世纪40年代的研究表明，爬行动物有很复杂的调温系统，它们能准确地控制自己的体温。当温度处于正常活动范围内，即最低4℃(7°F)，最高10℃(18°F)时，动物活动正常。这个范围的极限值是由爬行动物能够比较活跃的最高最低温度决定的，而这个范围的极限值则是关键的最高最低温度。温度过高或过低，动物不能移动，也不能采取措施来改善这种状况。毁灭性的温度极限更加可怕，标志着会导致动物死亡的生理极限。一般说来，在正常活动温度范围内，爬行动物生活较好，在夜晚过渡到任意低温极限内。它们通过移动到阴影或阳光下调节体温。需要失去热量时，移到阴影里，需要得到热量时，移到光线下。

爬行动物被称为变温动物(或冷血动物)，也就是说，它们有变化的体温，以外部方式控制自己的体温(见方框)。而鸟类和哺乳动物(恒温动物)的体温恒定，具有内部温控系统。这两个词同人们常说的“冷血动物”和“热血动物”意思相同。但是人们的叫法有一定的误导性。住在老鼠旁边的蜥蜴正午时的血液也比较热。白天，沙漠蜥的一个生活习性就是从夜晚的栖息地懒懒地爬出来。它的体温很低，因而不能进行正常的活动，但它还是能爬到阳光下。在岩石上晒太阳是爬行动物的一大特征，这使得体温能升到正常的活动范围内。热量有几个来源：太阳的直接辐射，太阳光照到附近岩石上产生的反射，四周热空气的对流，下面岩石的热传导。

当爬行动物的体温达到正常时，它在警惕其他的捕食动物的同时，会马上四处觅食。而在沙漠里，气温一直很高，那里的许多蜥蜴都有体温过高的危险。这时，爬行动物可以爬到树丛高处有风的地方，以便以对流的方式散热。接近正午，温度变得非常高时，爬行动物会躲到阴影中，通过与空气对流，体液蒸发和与相对冷而潮湿的的土壤间的传导而散热。

蜥蜴有一整套微妙的控制体温的行为方式。它们采用各种姿势，以宽面朝着太阳站立，以吸收热量；或以另一角度对着太阳以尽可能少地摄入热量。有些蜥蜴可以改变身体形状控制热量的传播，它们在岩石上伸长肋骨，舒展开身体，以便最大量地摄入热量。有些种类的皮肤颜色可以由浅变深，以便增加热量的吸收。

爬行动物能够控制体温就表明它们可以在世界上或冷或热的各个地区很好地生活。有些蜥蜴在寒冷的高山温带区仍然能比较活跃，在将近冰点的气温下，体温保持在30℃(50°F)。但这仅仅依靠在需要时晒太阳和躲在阴影处就能完成吗？

20世纪60年代的研究表明，爬行动物身体内部有控制温度的机制。蜥蜴、蛇和龟升温比降温快，这是因为它们可以在晒太阳和蔽阴凉时控制血液的流动。晒太阳时，体表血管张开，可以最大量地吸收热量。在傍晚，体表血管关闭，以便尽可能长时间地保持体内的温度。当然血管张开反应是自动的而非有意识进行的。

水分保持

一般说来，与哺乳动物和其他爬行动物相比，蜥蜴和蛇更善于保持水分，这使它们更能耐干旱。人们常说这些爬行动物通过鳞状皮肤减少水分蒸发从而保持水分，但实际上，以这种方式它们失去的水分几乎和哺乳动物的一样多。它们耐干旱的主要原因是它们新陈代谢较慢，身体内有盐腺和排出尿酸。

新陈代谢速度低是变温的一个方面。新陈代谢速度是细

为什么做爬行动物

如果“变温”或“冷血”是爬行动物的典型特征，而与鸟类和哺乳动物的内部(恒温)机制相比又低级得多，为什么做爬行动物呢？许多研究(见正文)表明事情远非人们想象的那么简单。爬行动物并不仅仅被动地受气温变化的影响，它们可以通过生活习性甚至生理机制保持体温，把它控制在固定范围内。

此外，身材大小也导致了变温动物和恒温动物之间的差距。如果爬行动物身材很大，它们的体温变化会得到控制，因为巨大的身体可以起到隔温层的作用减少热量损失。换句话说，身材较小的爬行动物可能很迅速地因气温变化而受影响，而大的爬行动物却因为身材较大而不受影响。大的成年鳄鱼表现出的温度范围要比未成年的鳄鱼的小就是这个原因。因此，有些人认为身形巨大的恐龙尽管是变温动物却可能具有恒定的体温。

爬行动物变温的一大好处是它所需的食物可以比同样大小的哺乳动物少10倍。也就是说，哺乳动物和鸟类用90%的食物以生理方式保持恒定的体温。所以，为什么不少吃点儿，做爬行动物呢？爬行动物可以在食物稀少的地方生活，而哺乳动物则不能。蛇和鳄鱼可以几周吃一顿饭，而同样大小的哺乳动物却要花大部分的时间觅食，因而使自己易被捕食动物发现及暴露于其他危险之中。

胞活动的速度(见21页)，是氧气和食物被消耗的速度。因而恒温动物的新陈代谢速度比变温动物快得多。新陈代谢速度既同耗氧率成比例，也同呼吸速度成比例，因而动物呼吸越快，失去的水分也越多(见180页)。

一些蜥蜴、蛇和龟(以及许多鸟)在喙面上长有盐腺，可排出大量盐分。因为盐腺大大地减少了需要产生的尿量，所以可以节省水分。所有动物多余的盐分都积聚到血管里，通常以液态尿的形式排出体外(见179页)。而有些爬行动物以接近固体的形式把各种多余的盐分排出，这样身体既可以保持正常的盐分平衡，同时又能节省水分。

蜥蜴、蛇(及鸟类)最后一个省水的方法是产生几乎为固体的尿。血管内多余的盐形成了含有钠盐、钾盐和铵盐的尿酸颗粒，鸟类和爬行动物粪便中的常见白块就是由这些颗粒构成的。哺乳动物、许多两栖动物及鱼类就需要大量的水分来产生液态尿。

爬行动物的感觉

除了蜥蜴，大部分爬行动物的视觉都很差。龟和鳄主要依靠味觉和听觉来分辨敌人、猎物和配偶。许多蜥蜴也通过气味和声音来辨别，而相对来说有一些蜥蜴，如鬣蜥有较好的视力。实际上，许多蜥蜴色彩鲜明，富于变化，在交配前大肆炫耀，这都表明它们的视觉很好。

在许多方面，蛇的感觉系统和其他爬行动物不同。现在认为蛇是1亿多年前由蜥蜴进化而来的，在这期间经过了一段穴居过程，使眼睛发生退化。后来眼睛重新进化以适应于在地面上使用，但和早期蜥蜴的形式大不相同。蛇没有外耳(可能是穴居阶段失去的另一个感觉器官)，因此蛇听不到同类、猎物或耍蛇者音乐的声音。耍蛇者是通过上下左右移动长笛起催眠作用来诱导蛇的。

蛇用它的整个身体检测到地面的震动，或通过气味，如果很近时，也可通过视觉感知猎物的到来。响尾蛇和其他响尾蛇科毒蛇眼鼻之间的凹陷处有热敏器官(见方框，191页)。

食物与进食

鳄类为食肉动物，在水下捕食鱼，在水边它也捕猎较大的陆地动物(见插图)。

不同种类的乌龟和海龟的食物不大相同，有的以动物为食，有的吃植物。许多塘龟在浑浊的水中捕捉鱼类和无脊椎动物为食。海龟主要吃海草、海藻，也可能吃小鱼，而水龟则吃昆虫或植物。乌龟通常寻找简便易得的食物，在蝗虫成灾的时候，北美箱龟吃得太饱，竟然无法把肥胖的腿缩回到壳内。

蜥蜴种类很多，既有食草动物，也有食肉动物，许多蜥蜴(包括变色蜥，见插图)，能找到特殊的食物来源。大鬣鳞科蜥蜴以植物为食，而加拉帕戈斯海生的鬣蜥比较特别，它以海草为食。巨蜥是凶恶的食肉动物，最大的巨蜥——印尼巨蜥长达3米(10英尺)，据说它能杀死成年水牛和成年人。但一般来说，印尼巨蜥吃鹿和野山羊。它等在猎物经常出入的地方，猎物一旦出现，它就会猛扑上去。

所有的蛇类都是食肉动物，大多数的蛇很小，只吃昆虫和蠕虫，只有很少几类蛇有毒液或可把猎物缠绕绞死。美洲的

(左图)杰克逊三角避役正在捕食苍蝇。

避役的眼睛长在能转动的壳中，能独立地移动，产生三维图像，这对袭击远处猎物非常必要。避役这时可伸出粘长的舌头卷住毫不设防的昆虫。

(左下图)鳄鱼正在袭击东非马拉河上的牛羚。

鳄类动物常常在水边咬住动物的腿，把它拽到水下淹死，然后可能马上把动物吃掉，也可能把尸体储存在水下“仓库”内，待以后享用。有时，当鳄鱼想从猎物身上撕下一片肉时，它的身体会剧烈地旋转。

(右图)非洲大蟒蛇进食汤姆森瞪羚。

蛇喙的顶部和后部及颚上有无数关节，如关节全都张开，蛇可以吞食比它身体直径大几倍的猎物，这是常见的现象。这一能力可能是蛇群得以大量存活的一个原因。蛇努力使猎物转换方向，以便先吞食猎物的头，因蛇齿向后弯曲，猎物一旦被吞进去就逃不掉了。

爬行动物与人类

人类一直在滥捕滥杀爬行动物，现在许多爬行动物的生命都受到严重的威胁。人们捕猎海龟和巨大的陆生龟作为食物，龟蛋也可食用。龟壳以前用来制作梳子和其他物品，但现在已被塑料所代替。鳄鱼皮一直是皮料的来源。而有些却只是因为它们是爬行动物而遭捕杀。在许多文字记载中都表现出对爬行动物的厌恶之情，过去是这样，现在仍有这种现象，特别是对毒蛇。这也殃及其他种类，因为不知道的人以为所有的蛇都是有毒的。

令人欣慰的是现在国际法严令禁止这些作法。世界上许多地区养殖鳄鱼以生产鳄鱼皮，另一些濒临灭绝的种类也尽可能地受到保护，不被捕猎。然而在热带地区，农业用地和旅游度假地的扩展使许多巨大的爬行动物，如鳄类、海龟和巨大的陆生龟不断受到冲击，而那些较小的爬行动物更无疑每时每刻都有灭绝的危险。许多蜥蜴和蛇的居住区有限，数量很少，所以可能在我们意识到以前，在森林被砍伐时或其他环境被干扰的情况下，它们就有可能全部灭绝了。

人们也对爬行动物进行研究，主要是针对它如何实现温度调节和水分保持这两个功能的。对生物化学家来说，蛇毒一直是个谜，其复杂的成分让人觉得难以置信，以致生物化学家仍在想方设法去弄清这一问题。大多数爬行动物都是由母体内的蛋迅速发育起来的，因此胚胎学家把它作为研究对象从总体上研究脊椎动物的发展。

扬子鳄：捕猎、污染和栖息地消失的牺牲品，野生的扬子鳄有可能在世纪末到来前灭绝。

王蛇和蚺蛇，亚欧大陆的蟒蛇能将猎物缠绕致死。蟒蛇把身体缠绕到猎物身上，在猎物呼气的时候缠紧，这样猎物渐渐地呼吸困难，最终窒息而死。蜥蜴的颅骨相对来说自由疏松，而蛇的颅骨却适合吞食整个大的猎物(见插图，85页、88页)。

几种高级的蛇用毒液捕捉猎物。在它们的上颚上长有两个进化来的牙齿(毒牙)，毒液就是从这里喷射出来的。一些有毒的游蛇如非洲树蛇的毒牙长在颚的后部附近，猎物被紧紧地咬住时，蛇会放出毒液。另一些毒蛇的毒牙长在颚的前部(见插图，87页)。

蛇毒是酶和毒素的混合物，其成分因蛇的种类不同而不同，甚至同一类蛇的毒液成分也可不同。不同的成分有不同的作用，有的能破坏组织，有的能导致出血，有的能导致呼吸系统紊乱。对许多蛇来说，毒液必须要马上发生作用，如果猎物不被当场毒死，它可能会逃走，死在蛇找不到的地方。而另一些蛇，其中包括大部分响尾蛇科毒蛇，有预防措施——它们让中毒的猎物走开死在别处，然后再根据气味找到它们，这样就可以避免猎物垂死挣扎时伤害自己。有些眼镜蛇可以把毒液喷出2米(6.5英尺)或更远，并且喷向猎物眼睛。毒液会立刻使猎物眼睛失明致死，即使猎物离得较远也一样。

防　御

爬行动物最常见的防御方法是低伏在不引人注目的隐蔽处。爬行动物新陈代谢慢，因而不必像鸟类和哺乳动物那样频繁地觅食，因此，大部分时间鳄鱼和龟一动不动，这样很难把它们同木头和岩石区分出来。在地面或树林里，许多在树叶里爬行的蜥蜴和蛇具有保护色，其肤色为棕色或绿色。变色蜥甚至可以根据不同的情况，通过张大或缩小皮肤内彩色细胞来改变颜色。

许多蜥蜴在被抓住时，可通过断尾来逃脱(这一策略被称为自切)。尾部脊椎奇特的分裂骨块使蜥蜴能切断尾尖逃跑，留下捕食它的动物对着抽搐的蠕虫一样的断尾发呆。新的尾巴会从断裂处长出来，但新尾巴不如原来的那样有力。

其他爬行动物使用较直接的防御方法。蛇毒是作为防御武器进化而来的，现在仍起这一作用。毒蛇会咬附近的捕食动物，给它们以警告或毒死它们。有些蛇的防御方法更高明，它可发出警告，如响尾蛇的“响尾”就有这一功能。当响尾蛇尾巴振动时，上面的死鳞相互摩擦就发出响声，有了这种警告，响尾蛇不用毒液就可以把其他动物吓跑。眼镜蛇在遇到捕食的动物时，立直身子，伸长颈部的肋骨发出警告。

许多毒蛇也通过显示鲜艳复杂的颜色发出警告(见166页)。如北美洲的眼镜蛇，身上有鲜明的红、黑、黄色圆环，这样警告鸟类自己有毒。这种颜色警告非常有效，因此生活在眼镜蛇附近的无毒的蛇也大量地模仿眼镜蛇的颜色。它们模仿得非常逼真，连动物学家都很难把它们区分出来。

参见

- 爬行动物：进化与分类 82页
- 爬行动物：形态与结构 85页
- 爬行动物：生命周期 86页
- 捕食者与猎物 164页
- 防御，伪装和欺骗 166页
- 动物生理学 178—183页
- 感觉与知觉 188页

鸟类：进化与分类

人们对鸟类一直有着浓厚的兴趣，最近几年，随之又兴起了许多鸟类协会、观察、研究野鸟也成了一种娱乐活动。遗憾的是，通过这些活动(通常是大量的)，人们并不能真正地了解鸟类是如何演变而来的。

即使是专职科学家，在追寻人类起源时，也会把注意力集中到脊椎动物群上，如鱼类、两栖类、爬行类和哺乳类。人们认为是由它们进化来了“最高级哺乳动物”——人。鸟类一直被认为是这个进化过程中的一个有趣的小分支。但事实上，鸟类进化本身就是一个有趣而复杂的过程。

鸟类的进化

现在普遍认为鸟类是由身材较小，体态轻盈，食肉的虚骨龙(见83页)进化而来的。遗憾的是，一直没能发现确凿的由恐龙向鸟类过渡过程中的动物化石。我们只能猜测第一只鸟类形状的动物是何时以及如何从它们的恐龙祖先分支演变来的。一些专家认为从恐龙向鸟类过渡的动物是一种栖树动物，为了能在树枝之间更迅速地活动，通过一系列的滑翔阶段，慢慢地形成了飞行能力。另一些专家则认为它生活在陆地上，善奔跑跳跃，渐渐地在其长大的前肢帮助下，跳跃幅度越来越大，最后飞起来。

无论你同意哪种理论，都无法确切地说出这些变化是在进化的什么时期开始的，但可以肯定地说，它比第一只由地质书籍所记载的被认可的鸟——始祖鸟出现要早得多。始祖鸟化石把人类带回到1.54亿年前的侏罗纪后期。始祖鸟大小如小鸡，既有爬行动物的特征，又有鸟类的特征，因此，人们认为它就是爬行动物和鸟类之间所“缺少的链条”(见方框)，但是始祖鸟原始的骨骼几乎不能提供任何线索来表明它与其他鸟类有联系。比较一致的观点是始祖鸟是早期鸟类进化线上的一个分支，而它又没留下任何与其有亲缘关系的后代。最近有人提出侏罗纪晚期一些小骨是鸟类的。如果这种说法正确，那么最初的鸟类是在约2.2亿年前演变来的，而始祖鸟也是鸟类进化中的一员。

始祖鸟出现3000万年后，到了下一个地质阶段即白垩纪，才给当今留下了更多的鸟类化石。到这个时候，鸟类已遍布全球——可以在澳洲、亚洲和欧洲找到鸟类的残骸——在始祖鸟身上出现的原始骨骼特征已不复存在，比如腕骨和现代鸟一样融合在一起，而胸骨变宽成为龙骨，使长大的胸肌坚固地附着在上面，而胸肌为有力的飞行所必需(见92页)。同期一些鸟类完全适应了水生环境，海洋鸟就是其中之一，它与现代的潜鸟或鹱鹱相似。

随着白垩纪的发展，进化出了其他水生鸟类，其中有身形巨大、不能飞行、貌似潜鸟的黄昏鸟。不过这种鸟仍保持着同始祖鸟一样的真正意义上的牙齿。直到7000万年前的爬行动物时代末期，鸟类才进化出和现代鸟类完全相同的骨骼。

不管恐龙的灭绝是由什么原因导致的，它都没能影响鸟类正常的进化(或者可以说实际上也没影响其他如哺乳动物和显花植物的进化)，所以到6500万年前的第三纪初期，鸟类相对来说已比较常见，而且已明显地适应了以前从未涉足的生态位。现在，人们认为现代大多数鸟群的祖先可追溯到白垩纪，但是只有第三纪早期以后的鸟类的化石能得到认可，例如，可确认企鹅、鸻兹鸟、滨鸟、猎鸟、猫头鹰、鸥夜鹰、褐雨燕和金丝雀都出现在第三纪的前4000万年中。当然，一些引人注目的鸟类在这一阶段因无法适应而最终灭绝，其中包括不飞鸟和海鸟。不飞鸟生活在欧洲和美洲，身长2米(6.5英尺)，身材较高，不能飞行；海鸟外形与鹈鹕/信天翁相像，长有骨质的牙齿，直到约300万年前，它一直在海洋里生活。这群海鸟中最大的一个的翅膀可能是所有鸟类中最长的，全长超过5米(16.5英尺)。

在中新世期间，与现代鸟类关系密切的鸟开始出现。到100万—600万年前的上新世末期，出现了与现代鸟类无法区别的鸟类。但是，我们现在所说的鸟类是在接下来的更新世才大量出现的。

鸟的分类

所有的鸟类都属于鸟纲。在过去的60余年里，根据不同的分类原则，确认鸟纲中的现代鸟类有28个目。但最近几年，有人提出以DNA分析重新给鸟类分类。这种新的分类可能会更客观。根据这种分类，只有23个目，剩下5个目合并到其他目中(见下页)。不管怎样，分类应该有灵活性，因为它一直处在审核中，一有新关系的证据，就可能被改变。目前，对于重新分类的意见主要在于它的时间尺度。有些权威人士认为鸟类大的辐射形进化是在白垩纪和第三纪相交时，恐龙消失后发生的。如果是这样，这种新的分类为重新评估鸟类关系提供了有价值的框架。

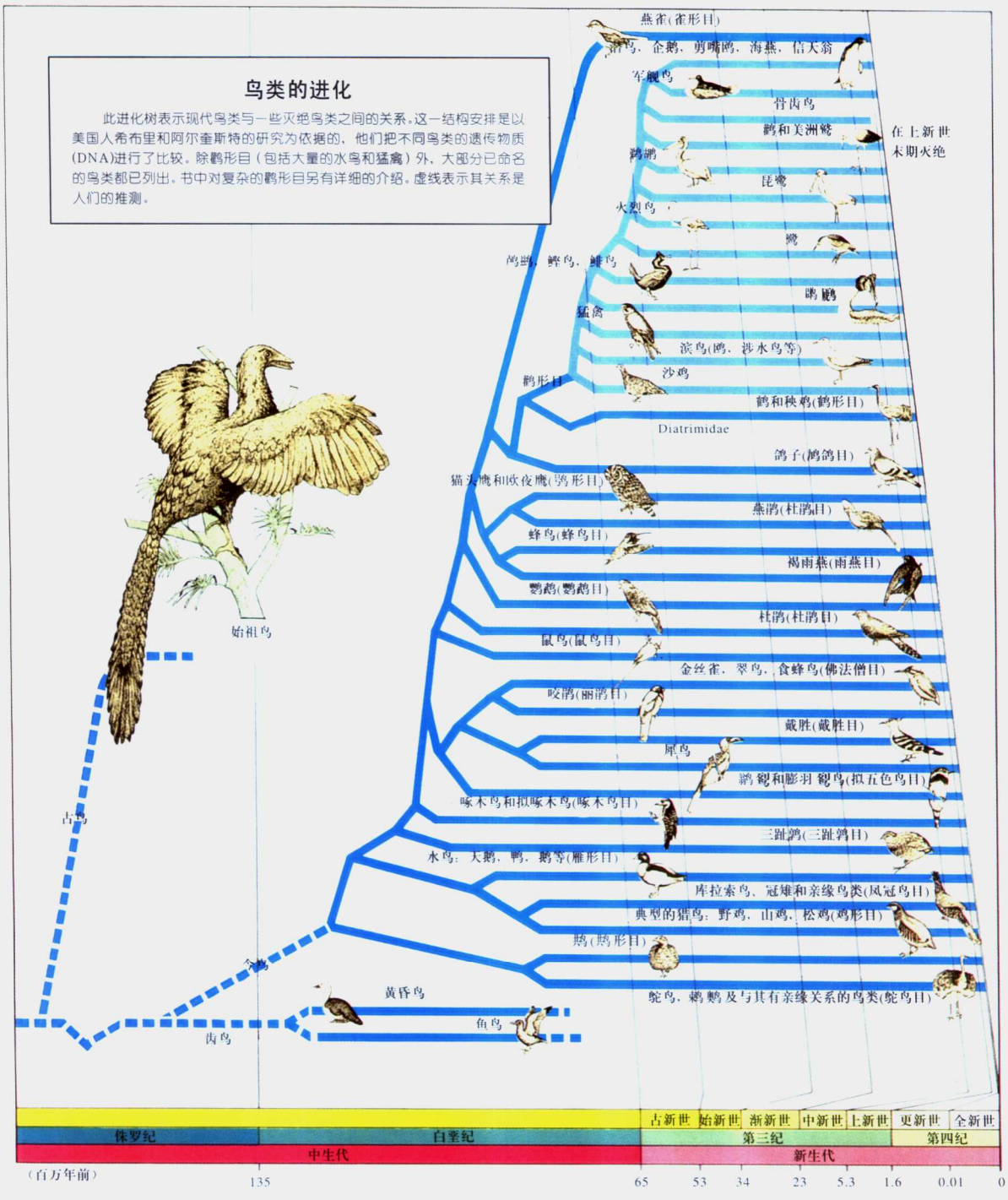
始祖鸟

在1.54亿年前的侏罗纪后期，现在的南部德国是一片内海，当时在那里沉淀下来大量纹理极细密的石灰岩(石灰岩过去被用于石版印刷中)。1861年采石工人在那里凿开一块大岩石时发现了一块奇怪的化石。化石被送到了德国古生物学家赫曼·万·米尔的手中。赫曼认出它是鸟类的化石，把它称为“始祖鸟化石”。第二年在同一地区又出土了鸟的部分化石，在化石上可看出翅膀和尾羽的痕迹。后来这块化石作为医疗费又到了弗莱德里希·海勒恩手中。弗莱德里希是当地的医生，也是一个业余古生物学家。这块化石显然不是普通鸟的遗骸，一时它成了科学家讨论的焦点。弗莱德里希因急需钱做嫁妆，就以700英镑的价格最终把这块化石(连同700块精选化石)卖给了现在伦敦的英国博物馆(自然历史)。

博物馆的馆长理查德·欧文对始祖鸟进行了详尽的描述，并注意始祖鸟的羽毛结构同现代鸟极难区分(见92页插图)。同现代鸟一样，它的飞羽分为初级飞羽和次级飞羽。其初级飞羽的翼型是飞鸟所特有的。然而，始祖鸟的尾羽结构与现代鸟不同。它的尾羽是成对的，每个尾羽都与一个尾椎骨相连。而现代鸟的骨质尾退化成了尾综骨，所有的尾羽都长在其上。始祖鸟身上最像鸟的骨骼结构应该是它的发达锁骨。这样的锁骨只能在会飞的动物身上才能发现。

同时，始祖鸟的骨骼还保持着爬行动物的基本特征。始祖鸟有长尾，颚上长着真正意义上的牙齿。其腕骨不同于现代鸟类，是不相连的。趾也发挥其应有的功能。始祖鸟的胸骨不宽，上面没有龙骨。事实上，除了羽毛以外，始祖鸟的所有躯体结构都在恐龙化石中出现过，因此能把它的羽毛压痕保存下来是一件很幸运的事情，如果没有了它就很难把早期鸟类化石同小恐龙的化石区分开。

参见
- 气候因素 10页
- 进化 12—17页
- 生命的分类 18页
- 鸟类 92—97页


鸟类的进化
此进化树表示现代鸟类与一些灭绝鸟类之间的关系。这一结构安排是以美国人希布里和阿尔奎斯特的研究为依据的，他们把不同鸟类的遗传物质(DNA)进行了比较。除鹦形目（包括大量的水鸟和猛禽）外，大部分已命名的鸟类都已列出。书中对复杂的鹦形目另有详细的介绍。虚线表示其关系是人们的推测。
燕雀(雀形目)
潜鸟，企鹅，鹱鹱，海燕，信天翁
军舰鸟
骨齿鸟
鹳和美洲鹫
在上新世末期灭绝
鹈鹕
琵鹭
火烈鸟
鹭
鸡鸭，鲣鸟，鲣鸟
鹳鹳
猛禽
滨鸟(鹬，涉水鸟等)
沙鸡
鹤形目
鹤和秧鸡(鹤形目)
Diatrimidae
鸽子(鸠鸽目)
猫头鹰和欧夜鹰(鸮形目)
燕鸻(杜鸻目)
蜂鸟(蜂鸟目)
褐雨燕(雨燕目)
鹦鹉(鹦鹉目)
杜鸻(杜鸻目)
鼠鸟(鼠鸟目)
金丝雀，翠鸟，食蜂鸟(佛法僧目)
咬鹃(丽鹃目)
戴胜(戴胜目)
犀鸟
鹟鸲和膨羽鸲鸟(拟五色鸟目)
啄木鸟和拟啄木鸟(啄木鸟目)
三趾鹑(三趾鹑目)
水鸟：大鹅，鸭，鹅等(雁形目)
库拉索鸟，冠雉和亲缘鸟类(凤冠鸟目)
典型的猎鸟：野鸡，山鸡，松鸡(鸡形目)
鹑(鹑形目)
鸵鸟，鹤鹅及与其有亲缘关系的鸟类(鸵鸟目)
始祖鸟
古鸟
今鸟
黄昏鸟
鱼鸟
齿鸟
侏罗纪
白垩纪
古新世
始新世
渐新世
中新世
上新世
更新世
全新世
第三纪
第四纪
中生代
新生代
（百万年前）
135
65
53
34
23
5.3
1.6
0.01
0

鸟类：形态与结构

现存的约8600种鸟类大多都能飞翔。为了适应飞翔时产生的巨大压力，鸟类躯体结构的高度适应使飞翔成为可能。所有飞鸟都有飞翔用的翅膀和羽毛及其他与减轻体重有关的体型变化。

与其他动物相比，鸟类有三个最显著的特征：喙、翅膀和羽毛。现在(或过去)能飞行的其他动物(如昆虫、蝙蝠、翼手龙)也有翅膀。有些动物，如鱼类和龟类也有喙(或至少是与喙相似的结构)。但羽毛却是鸟类所特有的，是其他现存和已灭绝的动物所不具备的。

翅膀和飞行

鸟类的翅膀由前肢高度进化而成。趾缩小，腕骨加长并相连，支撑飞羽(见插图)。鸟的翅膀通过活动的肩关节和锁骨与骨骼相连。锁骨增加了翅膀拍打时的弹性，在鸟改变方向和突然变速时起平衡和协调作用。带有龙骨的胸骨上长有两对大的胸肌，提供鸟类飞行时所需的巨大力量。两对胸肌运动方向相同，一对直接使翅膀向下向内拍打，而另一对通过滑轮式腱轴组织伸展到肩部使翅膀向上向后拍打。体重在2克(14盎司)或再稍轻一点(如古巴的蜂鸟)和18千克(40磅)(各种鸨)之间的鸟类，都具有这一飞行系统。

鸟类的翅膀有一特殊的翼形(即所说的翼剖面与机翼的翼形相似)，上表面凸起，下表面凹陷。空气在流经上表面时比流经下表面时流程长，流动快，因此翅膀上方的空气压力减轻，鸟类向上飞。

所有鸟类的翼型相同，但飞行方式却有极大的不同。大多数体积较大的鸟滑翔或翱翔。兀鹫、鹳鹳和鹰等大的陆生鸟类翅膀宽，羽毛展开，使它们能在温暖的上升气流中翱翔。信天翁和其他体积较大的海鸟用翅膀(飘泊信天翁的翅膀全长超过3米10英尺)在强烈的海风上滑翔，顺风时，它们急剧加速，然后转身逆风向上飞去。而大部分小鸟鼓翼飞行。翅膀向上击打时，翅膀(特别是尖端)弯曲，鸟向上向前飞出。翅膀向上击打时，向反方向弯曲以减少阻力。蜂鸟在空中盘旋时，翅膀以一种独特的“8”字形抖动，其翅膀每秒钟拍打50次或更多。在飞行时，它的翅膀向不同的方向转动，这样它在翅膀上下拍动时都可上飞。

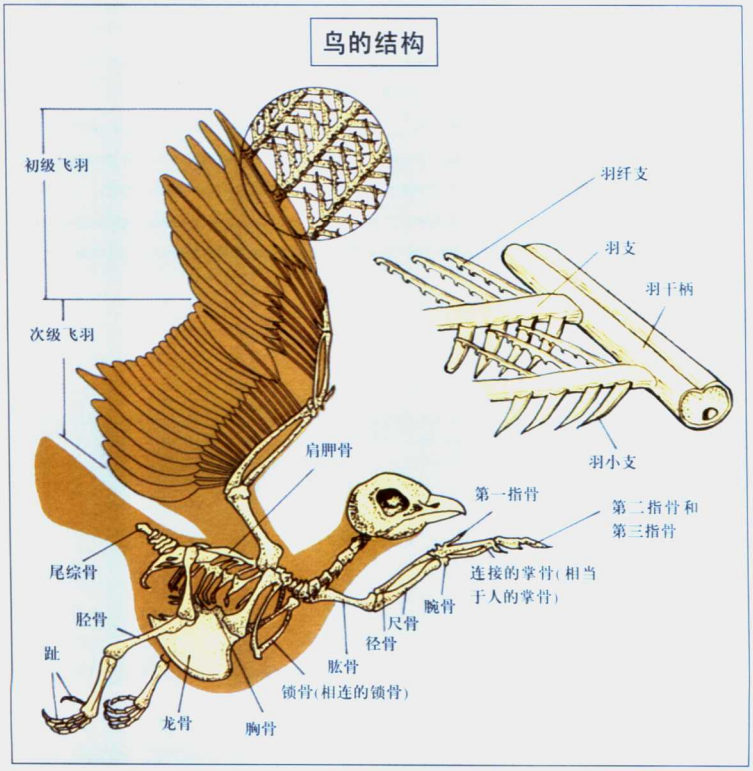
为减少飞行时的摩擦力和风的阻力，大多数鸟类的身体都是流线型的。为减轻体重，鸟类的身体结构发生了一些变化。现代的鸟都没有牙齿，除了不飞行的平胸鸟外(见97页方框)，鸟身上的大块骨头都是中空的，里面长着又轻又坚固的海绵状支柱。

淡水鸟依靠蹼游泳(见下文)，善游泳和潜水的海鸟却是依靠桨状翅膀在水中游动，海雀和企鹅就是很好的例子。企鹅已完全丧失了飞行的能力(现已灭绝的大海雀也是如此)。

羽　毛

同哺乳动物的毛发和趾甲一样，鸟类的羽毛由角蛋白构成。紧挨皮肤处生长着柔软细小的羽毛(绒羽)，这是鸟类主要的隔温层。绒羽上面是廓羽，它使鸟类的身体保持流线型，起着次隔温层的作用。廓羽(如哺乳动物的毛一样)能竖立起来，增加隔温层的厚度，控制体温。尾羽和飞羽的干(或称翮)最强壮，可以承受鸟类在飞行和保持方向时产生的巨大压力。除了绒羽，鸟类的羽毛都有复杂的微观结构，这使羽根上的羽片能聚集到一起产生光滑的表面，减轻飞行时的空气阻力(见插图)。

羽毛的功能不仅仅具有飞行和隔温作用，它还有其他用途。生活在西南非干旱的纳米布沙漠沙鸥胸羽的羽支是破裂有开口的。幼鸟的双亲要飞到最近的泉水或河流(可能相距100公里或更远)，把胸部浸到水中，然后飞回窝中给自己的幼鸟喂水。鹭鸟的胸部和腰部长着一块块的粉羽，粉羽破碎后形成粉状角蛋白，可用来清洗鸟身上的鱼油和其他油渍。



参见
· 夏威夷美色食虫鸣鸟 17页
· 鸟类 90页
94—97页
· 动物生理学 178—191页

绒鸭的胸部有极柔软的绒羽，绒鸭把它啄下来垫在窝里抵御北极的严寒和大风(后来这些羽毛被用来做被子，即最早的羽绒被)。

羽毛对鸟类非常重要，因此它要花很长时间整理它——用嘴仔细清洗梳理全身羽毛。靠近鸟尾处有一特殊腺体(尾脂腺)，它分泌出的油脂可用来清洗羽毛。这种油脂对海鸟和河鸟尤为重要，它可防止水分接触皮肤。

喙、腿和爪

鸟喙或鸟嘴和羽毛一样由坚硬的角蛋白构成，但它不是无生命的组织。鸟颚上有一生长喙的器官(很像人指甲下的肉根)，它产生鸟嘴的表皮组织，提供鸟嘴所需的内部营养。鸟嘴内有神经，也有细微的血管。鸟类没有牙齿，所以嘴是大多数鸟类捕食的主要工具。经过长时间的进化以后，鸟嘴能很好地适应各种不同的进食方法(见右图及说明)。

鸟的前肢演变成了翅膀，而后肢——腿——上通常覆盖着鳞。鸟的趾演变成了爪，在地面时爪可用来挖掘和收集食物。在树上时，爪用来抓握树枝。鸟的三趾朝前起推动作用，一趾朝后支撑身体。但后趾一般没有发育完全。猫头鹰及啄木鸟、咬鹃等树生鸟类是对趾的，第三趾也朝后，增强抓握的力量。猫头鹰的四个趾同样发达，上面长着锐利的爪，可用来抓牢猎物。

企鹅等海鸟的翅膀起着鳍的作用。河鸟不同于海鸟，它通常用强壮的腿踢水而向前游动。鸭子、天鹅和潜鸟有蹼。鹦鹉和鳍角脚鹬的趾是桨状的，而且带有缘缨。

鸟类的生理

从鸟类的内部结构仍可看出其祖先爬行动物的痕迹。鸟类和爬行动物的区别可能要大于相同点。它们之间最大的区别是体温。鸟类和哺乳动物一样是热血的或恒温的，而爬行动物则是冷血的。鸟类通过内部机体功能的调节，使体温保持恒定。它的体温一般比周围环境的温度要高一些。鸟类飞行时要消耗能量，为了提供飞行时所需的能量，鸟类的新陈代谢率极高。所有鸟类的体温(平均为40℃/104°F)都高于哺乳动物的体温。为了向飞行肌不断提供富含能量的血液，鸟类的心脏以惊人的速度运行——蜂鸟的心跳可高达每分钟600次左右。

高的新陈代谢率要求鸟类有高效的呼吸系统以便向血液供应所需的氧气。其他脊椎动物呼吸时空气出入肺部形成潮气式运动。而鸟类则不同，与它的肺部相连处有一个鸟类所特有的气囊。由于气囊的存在，鸟类可进行单向的吸气或呼气(见181页)。气管的下部是鸣管，燕雀的鸣管尤为发达。当空气震动鸣管膜时，肌肉的紧张程度发生变化，鸟类发出不同音色和音质的声音。因为有了鸣管这一器官，鸟类才能产生丰富美妙的歌声，或发出其他声音(见152页)。

鸟类的消化系统和排泄系统与爬行动物大体相同(但鸟类的消化过程要快得多)。废物由一简单的腔体(泄殖腔)排出。泄殖腔同时也是生殖器官的开口(见185页)。同蜥蜴和蛇一样，鸟类产生近液体状尿酸形式的尿。包括鲣鸟和信天翁在内的几种海鸟不通过肾排泄多余的盐分(多来自进食时所携带的海水)，它们通过进化来的泪腺把含盐较多的液体从鼻子或嘴排出去。一些龟、蜥蜴和蛇也有类似的结构(见88页)。鸟类的消化系统有两大特征，一是用来磨碎食物的砂囊，还有就是起贮藏功能的嗉囊(见178页)。

巨嘴鸟。鸟喙几乎和身体等长，用于从枝头采摘果实，也用于展示。

加勒比海的火鹳。火鹳的腿又细又长，起支撑作用。它的喙朝下可以用来捕捉较浅的湖泊或池塘里的海蚤和小鱼。

赤褐色蜂鸟。蜂鸟把嘴伸向管状花朵的根部，用其管状舌头汲取花蜜。

金蓝色金刚鹦鹉。鹦鹉的喙非常有力，它可在喙的支撑下挂在树上。它的喙可以打开最硬的坚果。不过它的喙也可派上妙用，如在梳理羽毛和求偶时。

苍鹰。苍鹰是一种猛禽，它的喙尖利可以撕碎猎物。苍鹰的鼻子上长有冠毛，可防止猎物的血流到它的鼻子里。

黑色剪嘴鸥。剪嘴鸥在飞行中进攻。它的下颚伸入水面，上颚随时准备合下以兜捕撞上来的水生动植物。

鸟类：生命周期

许多动物进化了复杂的繁殖行为，以创造交配和抚养幼仔的最佳条件，其中最出色的是鸟类。鸟类和人类一样，没有哺乳动物那样灵敏的嗅觉，因此气味在鸟类的繁殖行为中作用很小。鸟类依靠歌声、舞蹈展示、鲜艳的羽毛来吸引配偶，与情敌较量。

与繁殖有关的各种活动——保卫领土、产蛋、为幼鸟觅食——要消耗鸟类大量的时间和精力(见方框，159页)。鸟类繁殖时需要大量的食物，因此温带鸟类的繁殖期通常为春季和夏季。

划定地盘

为保证自己有筑巢地，并能获得充足的食物和筑巢用料，繁殖期的鸟类尤其要占据地盘。它们积极保卫自己的领地(通常每年都是同一块地方)，防止外敌的入侵。群居的海鸟可随时获得食物，它们的领土只有1平方米左右，而大的猛禽却可能统辖几千平方米的地盘。

许多雄鸟占据领土后通过歌声宣布那里归自己所有(见152页)。有时领土的大小由当地鸟类的密度决定，但较大较好的地方往往由年长有经验的鸟占有。通常只要鸟类不断鸣叫进行威胁就可阻止其他鸟进入自己的地盘，但有时也需要追打搏斗。鸟的歌声也可用来吸引配偶，歌声优美的鸟一般要比没有经验的雏鸟更讨雌鸟的欢心。

求偶和展示

许多雄鸟都通过展示颜色和图案来吸引雌鸟。利用这一机会，雄鸟可以证明自己是比情敌更适合的求爱者，但最终的裁决者仍然是雌鸟。

雌鸟的喜好相当反复无常。雌燕择偶时以雄燕尾巴的长度为依据，雄鸡则要看看对方的腿距。优秀的雄鸟繁殖的机会更多一些，其优越的身体特征就能在后代身上继续出现并得到发扬。人们认为，正是由于这种“性选择”(见方框，159页)才使孔雀的尾巴和凤鸟的大羽毛越来越发达。雌凤鸟不满于雄鸟翅膀、尾部和头部的羽毛之美，还要求雄凤鸟能展示其运动技巧，以蓝凤鸟为例，雄鸟倒挂在树枝上，摆动羽毛，并上下跳动以打动雌鸟。

黑松鸡、流苏鹬和北美草原松鸡在公共求偶场地交配，而另一些鸟，如澳大拉西亚造园鸟营造特殊的建筑吸引雌鸟(见插图)。雌织布鸟以窝来挑选雄鸟，技巧娴熟、经验丰富的雄织布鸟更容易吸引雌鸟。

除了可以打动雌鸟，求偶展示还有其他作用。当雌雄鸟相遇时，雄鸟更想交配，因此它要使雌鸟也有同样的想法。事实上，雌鸟见到雄鸟或者想离开或者想搏斗，因此求偶时重要的一步就是要让雌鸟明白雄鸟是想和它交配。单配鸟(“一夫一妻制”鸟类)的双亲都要筑巢抚养幼鸟，求偶展示可建立和巩固它们之间的单配关系。例如鹏鹱要想建立单配关系，要进行大量复杂和高度仪式化的展示。

交配与孵卵

绝大多数雄鸟的生殖器官都不能插入雌鸟的生殖器开口(泄殖腔)，因此雄鸟要趴到雌鸟的身上，让它们的泄殖腔接触，从而把精子转移到雌鸟体内。精子储存在生殖道内，与卵子相结合渐渐发育成熟，这样产蛋期就到来了。

鸟类的卵基本上同爬行动物的卵相似(见86页)，有营养丰富的卵黄和膜。碳酸钙质的硬壳形成以后，输卵管下部的色腺为卵壳加上特别的颜色，主要是起到伪装的作用。有些群居鸟类所产的卵颜色各不相同，有利于亲鸟识别自己产的卵。雌鸟产每一枚的时间间隔相同，直到产完为止。不同的鸟一次产卵的数目差别很大，即使同一种鸟的产卵数也因为生活环境内的食物丰富程度不同而有所不同。

筑 巢

大多数鸟类在筑好的巢里产卵，这样不但有助于保证卵

雄流苏鹬聚集到公共展示场——求偶场地激烈地争夺小块的交配场地。雌鸟显然喜欢靠近场地中央的雄鸟。同造园鸟一样，交配后雄流苏鹬不管自己的后代，把抚养幼鸟的任务完全留给雌鸟。

打动雌鸟的不同方法：灰色大造园鸟(见上图)及其他澳大拉西亚造园鸟用树枝、树好营筑特殊的“花亭”或求偶场地，上面饰以鲜花、树枝、砾石、贝壳及其他颜色鲜艳的物品。“花亭”尽管看起来像个窝，但其实并不是窝：被吸引到花亭前的雌鸟在交配后会营筑自己的窝，独自照看雏鸟。

温暖干燥，还能起到抵御捕食者的作用。有些鸟类的雏鸟完全依靠亲鸟的喂养和保护(见下文)，因此它们的巢筑得更为精细，是幼鸟的庇护所。筑巢能力部分是天生的，更高的技巧需要通过后天积累经验而获得。筑巢能手，如织布鸟(见161页)的“处女作”多半摇摇欲坠，但是在随后的几年中，它们的筑巢技巧不断提高。

巢的类型不仅取决于鸟的需要，还因地点和筑巢材料不同而有所不同。皇企鹅的巢不过是双脚和温暖多毛的腹部之间的一个凹袋(见插图)，而鲣鸟、鸬鹚及其他一些海鸟则筑巢于悬崖峭壁上，得到非常安全的天然保护，它们的巢常常是由海里的杂物简单、凌乱地堆砌而成。

多数鸟类为了对付天敌，增加安全度，将巢筑在远离地面的高处。这种巢经常筑在分叉的树枝上，根据体形大小做成杯形或盘形，由柔软的草茎或嫩枝编织而成，里面衬有绒毛、苔藓、树叶或其他材料。有些鸟，如啄木鸟和犀鸟，为更加安全起见，将巢筑在树干内，而不是树枝间(见161页)。

许多鸟用泥巴来加固它们的巢，其中一些鸟非常善于利用这种材料。红灶鸟生活在南美的平坦开阔地区，无法隐蔽它们的巢。一到下雨的时候，雄鸟和雌鸟就双双飞出，收集潮湿的粘土块，在灯柱、树枝或其他牢固的地方筑巢。筑成的巢是球形的，看上去很像乡间的泥灶，因此这种鸟俗名灶鸟。欧洲的毛脚燕和家燕也有同样的习性，把巢建在屋檐下或房梁上。

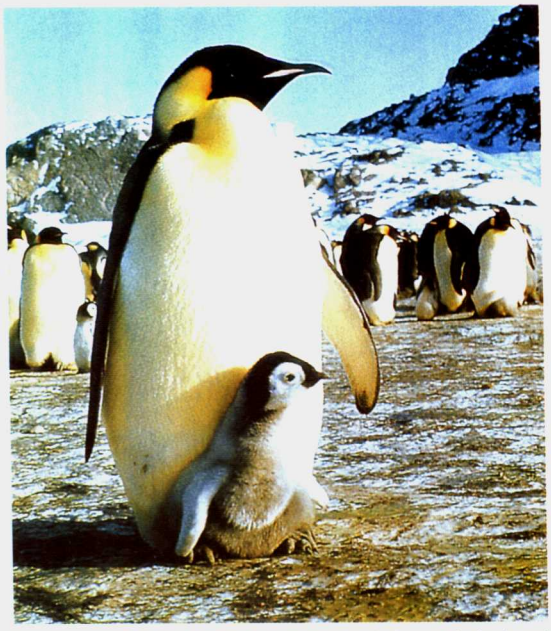
有些鸟的巢是由稀奇古怪的材料造成的。例如，墨西哥的白耳蜂鸟用蜘蛛丝在邻近的树杈间搭好框架，然后用动物毛、羊毛和苔藓等纤细的材料做成坚固而轻巧的杯状巢悬在空中。印度尼西亚群岛有一种栖息在海边洞穴里的金丝燕，只用唾液筑巢，筑好的杯形巢紧紧地固定在洞壁和洞顶。中国燕窝粥的主要成分就是金丝燕的巢，采摘燕窝是造成金丝燕数量稀少的主要原因。

孵　卵

鸟巢的温度并不能保证将雏鸟孵出，亲鸟必须亲自孵卵，它们一般卧在卵上定期翻动。许多鸟类的雌鸟和雄鸟都参与孵育，一只孵卵，另一只去觅食。孵育多是在一窝卵全部产完后才进行的，以保证每枚卵都能同时开始孵化。但是，有些鸟(包括许多食肉猛禽)在第一枚卵产下后就立即开始孵化，以保证首先出壳的雏鸟在缺少食物的情况下有较大的生存机会。

澳大利亚的一种营冢鸟——冢雉使用一种新奇的孵育方式，由雄鸟建起高达5米(16英尺)、宽12米(40英尺)的巨大孵化堆。栖息于澳大利亚南部干燥灌木丛中的眼斑冢雉，在地上掘一个洞，然后艰难地收集植物材料(在当地非常稀少)，投入洞中堆积起来。如果巢堆被秋雨浸湿，它们马上敷以更多的植物和土。澳大利亚东部森林中的营冢鸟能利用环境之便，收集到大量的树叶，筑成巨大的巢堆。这两种鸟的舌头对温度十分敏感，能够辨别出环境温度是否高于或低于理想的孵化温度——33－35℃(91－95°F)。雄鸟每天都用嘴试探堆里的情况，如果温度过高就剥去外层，如果温度过低则以植物或其他材料加厚。雌鸟被雄鸟吸引到冢边，交配之后，将卵产在布满冢体的通道中，然后离开。雏鸟孵出以后破巢而出，亲鸟不再加以照料。

有些雏鸟如果在卵中感到过冷或过热，就会发出微弱的叫声，吸引亲鸟将它们移动到合适的位置。许多鸟类的幼鸟还在即将孵出的时候发出特别的叫声，它们用喙上的硬质突起(也叫卵齿)从里面敲啄卵壳，直到把它啄破，然后再经过一番巨大的努力，才能够完全出壳。



皇企鹅在南极严寒的环境中养育它们的幼鸟。雌鸟每次只产一枚卵，产下之后托付给雄鸟。数千只雄鸟拥在一起，用位于双脚和温暖多毛的腹部之间的凹袋来孵卵。孵化期间，雌企鹅一直在海上觅食，整整两个月之后，才返回来接替瘦骨嶙峋的雄鸟，让它去寻找食物。

亲代抚育

雏鸟所需要的抚育很大程度上取决于它们孵出时的情况。对于猛禽、雨燕、啄木鸟和燕雀等幼鸟留巢鸟类来说，刚孵出的鸟没有羽毛、看不见东西，而且毫无防御能力，只有完全依靠父母来提供食物和保护，因此在长满羽毛之前必须在巢中待几个星期。亲鸟必须不停地喂养，特别是喂养那些较小的鸟。要想喂饱乞食的幼鸟，需要付出巨大的努力。

孵出后立即离巢的鸟类，如猎鸟、野禽、鹬鹬和潜鸟等，幼鸟孵出时发育得比较成熟，出壳时能睁开眼睛，身体上有绒毛。一窝卵几乎同时被孵出，幼鸟在几个小时内就可以活动，破壳不久便离巢觅食。虽然幼鸟可以自己觅食，但亲鸟一方或双方需要保持警觉，防止它们失散或遇到危险。亲鸟与幼鸟之间的联系对这些鸟类来说非常重要，因为相互识别和紧紧跟随亲鸟关系到幼鸟的生存。康拉德·罗兰茨对灰雁的研究表明，幼鸟孵出以后，通过一种叫做“印刻作用”的过程，与它第一眼见到的任何物体紧紧相随，因此我们可以引诱幼鸟跟随一个人、一条狗甚至一个气球，只要是它第一眼看到的东西。

包括维达鸟和许多种杜鹃在内的一些鸟，干脆放弃了抚育幼鸟的义务，不仅不照料幼鸟，还要依靠其他鸟类来孵化它们的卵(见168页)。

参见

- 鸟类：进化与分类 90页
- 鸟类：形态与结构 92页
- 鸟的世界 96页
- 动物的交流 152页
- 领地、交配和社会组织 156页
- 动物建筑师 160页
- 生物的节律 174页
- 性与繁殖 184页
- 生长与发育 186页

鸟的世界

鸟类眼中的世界同我们看到的世界也许没有太大的区别，因为鸟类所依靠的主要感觉——视觉和听觉——在人类身上同样得到了最好的发育。鸟类通过一系列视觉和听觉的信号——色彩鲜艳的羽毛和各种各样的歌声等互相交流。不管这些语言对其他鸟类意味什么，那美丽的羽毛和靓丽的歌喉深深地打动着我们，这也许是鸟类受到人们普遍喜爱的主要原因。

黄嘴牛椋鸟。与八哥有亲缘关系的两种非洲椋鸟，以牛、羚羊、长颈鹿等大型草食动物身上的虱蝇和其他皮肤寄生虫为食。鸟和兽是共生的，双方都从这种关系中获益(见169页)。但有的时候，椋鸟滥用特权，在牛的伤口上啄肉吃，这时它跟寄生虫差不多。

鸟类的飞翔能力使它们的足迹遍布全世界——每块陆地上都有它们的身影；跨洲的迁移无疑使它们成为最好的旅行家(见170－171页)。许多鸟类与人类居住得很近，经常把巢筑在建筑物上，或者在街道上、公园里觅食，因此它们也是野生动物中最引人注目的一员。

进食习惯

鸟喙的形状是鸟类进食习惯的最好说明(见93页)，但不同的鸟类鸟喙的形状也不同，为的是适应各自的觅食方式。爪的结构、各种感官的发育情况、翅膀的形状(决定飞行方式)等，都是鸟类觅食或捕猎中的重要因素。

海鸟大多以鱼类为食，因此它们的喙一般尖锐有力，边缘有锯齿，末端呈钩状，以便抓住光滑的鱼。鹈鹕潜入海水中，用它们长长的喙捕鱼，并把鱼储存在喙下的喉囊中。南半球的海燕在海面上飞掠，捕食小鱼、浮游生物和甲壳动物。鲣鸟从30米(100英尺)的高处潜入水中，捕食鱼群中的鱼。海鸟们一旦发现大的鱼群就紧紧跟随它们，有时一直追随到北冰洋和南极洲。

有些岸边生活的鸟类，如暴风鹱和海雀，栖息在悬崖峭壁上。还有一些，如涉水鸟、燕鸥和鸥则喜欢平坦的地面。角嘴海雀生活在地洞中。这些鸟或者在海面或水中捕鱼，或者在落潮地带寻觅无脊椎动物(见220－221页)。大西洋角嘴海雀生有红黄相间宽厚的喙，能够在水下用力游动的时候，一次捕获好几条鱼。大西洋沿岸的蛎鹬、红脚鹬和反嘴鹬等涉水鸟用它们的喙在落潮的泥滩和海岸上探查甲壳动物、贝类和蠕虫等软体动物。各不相同的喙表明，不同的鸟类有不同的食物来源，相互竞争被减低到最小程度。

有些海鸟是食腐动物，如生活在南大西洋和南极洲的雪地鞘嘴鸥，以海草、腐肉和幼海豹为食。北大西洋的大贼鸥平时捕鱼，但是在繁殖季节里，会驱走卧巢孵卵的其他鸟类，偷走它们的卵、幼鸟和食物(见插图，164页)。加拉帕戈斯岛上的军舰鸟有长长的钩喙，能钩到鱼、鱿鱼和水母。它还能恐吓其他的鸟吐出食物，然后伺机偷走。许多鸥类已经习惯以人类丢弃的东西为食，在有些地区正在慢慢地向内陆迁移。

大多数水鸟——鸭、鹅、潜鸟等等——在水面或潜入水中寻觅植物、昆虫、软体动物和甲壳动物为食，大西洋和太平洋水域的秋沙鸥和红喉潜鸟潜入水中捕鱼。

猛禽几乎全部食肉，以鸟、爬行动物、哺乳动物为食，有时也捕鱼。它们的钩喙强壮有力，肌肉组织发达，能够抓住或吓跑猎物。足趾三个向前，一个向后，趾端的长爪弯曲、锐利。鹗在世界上分布很广，它们捕鱼的时候，先用双脚捉住鱼，然后用爪和又长又尖的足跟把鱼抓紧。美国白头鹫也吃鱼，经常追踪产卵洄游的大麻哈鱼，以便在它们精疲力竭的时候捕食。大多数鹰和雕在发现地面猎物之前，栖息在树上或者在天空翱翔，一旦发现猎物便从高处俯冲下来，把它们吓呆然后吃掉。还有一些猛禽，如游隼、燕隼和北半球苍鹰，凶猛十足，飞行技巧高超，可以飞行追逐并抓住其他鸟。

旧大陆和新大陆的秃鹫都是食腐动物，大多数头颈光秃，长有尖利的喙，吃动物的死尸，但是却分属不同的科，因此它们之间的相似可以作为趋同进化的例证(见17页)。埃及小秃鹫还吃其他动物的粪便，特别是富含未经消化的蛋白质的狮子粪便，有时也吃鸵鸟蛋，懂得用石头敲开蛋壳(见方框，151页)。

鸟的颜色

剑喙蜂鸟的华丽色彩

鸟类身上丰富多彩的颜色，来自于羽毛结构的效果和羽毛中的色素。如果羽毛吸收或者分散光线，就会呈现灰暗色，如果羽毛的细丝使光线衍射，就会形成棕鸟和孔雀身上彩虹或金属般的光泽。红色和橙色的呈现，多是由于视紫红质(眼睛视网膜中也有这种红色素)和与维生素A有关的类胡萝卜素色素的存在，这两者都来源于食物。黑色素——哺乳动物的毛发和皮肤中的黑色色素，是形成黄褐、绿和蓝等颜色的因素。蕉鹃羽毛上鲜艳的红色和绿色与其他鸟类都不同，这些颜色由含铜的色素(与红血球中的携氧蛋白——血色素有关)造成。红鹳的粉红色则来自于它们的食物——水中的小甲壳动物。

有些鸟类的羽毛像哺乳动物的皮毛一样，产生季节性的颜色变化，例如，生活在雪地上的雷鸟，羽毛在冬季变成白色，起到伪装作用。鸟类颜色的改变跟哺乳动物一样，由脑垂体控制(见174页)。

以种子和坚果为食的鸟一般都生有短而结实的喙，而且非常弯曲。红交嘴雀等鸟喙的末端是交迭的，便于取出松子。鹦鹉则充分地发挥了舌头的功能，它们的舌头在嘴里转来转去，感觉坚果和种子的形状，并找出啄开它们的最佳位置。蜂鸟吸食花蜜(见73页及前页插图)，是长管类花朵的重要传粉媒介(见42页)，它们还在空中或花朵上捕食昆虫。褐雨燕除孵卵期以外，大部分时间都在空中度过，只吃昆虫。

鸟类的感觉

对于大多数鸟类来说，视觉是最关键的感觉(见189页)，它们的眼睛大而且发育得很好。鹰、雕和猫头鹰等猛禽的眼睛生在头的前部，保证双眼清楚地看到前方，这对于搜寻和攻击猎物时精确地判断距离至关重要。鹰眼视网膜的中央凹内只有视锥，因此对明亮光线下的微小变化非常敏感，而秃鹫则能将视野中心的内容放大，使之在猎物静止不动的时候能辨认出它们。猫头鹰、蛙嘴夜鹰和欧夜鹰等夜间活动的鸟眼睛很大，并且有很多的视网膜杆，视网膜杆是对暗处的运动敏感的视网膜细胞。对于许多鸟，特别是栖息在地面上的鸟，防备捕食者是性命攸关的事，因此它们的眼睛普遍长在头的两侧，虽然只能提供有限的双目视觉，但是却有很好的环绕视觉。

需要潜水的鸟类面临一个不同的问题。潜水鸟类有灵活的晶体，可以根据空气和水的不同折射率进行调整。企鹅的角膜(在眼睛前端的透明部分)是扁平的，所以它们在水下看得非常清楚，在陆地上却严重近视。

红色能够吸引许多海鸟，可能是因为它们视网膜视锥中的油滴吸收了绿色和蓝色光线的缘故。有些哺育期里的幼鸟以啄敲成鸟喙上红色斑点的方式来刺激食物的回吐(见148—149页)。用卵石筑巢的企鹅，有偷窃邻居巢中“最好”卵石的习惯，所以一只企鹅旁边的一堆红色鹅卵石很快就会搬家到另一边。

大多数鸟类的听觉也得到了很好的发育。猫头鹰头上左边和右边的耳扇位置稍有不同，能够更加准确地分辨出声源的位置，耳朵里还有很大的鼓膜，用以放大微小的声音。它们的羽毛非常柔软，飞行时几乎没有声音。捕鱼的猫头鹰却没有这种特征，因为它们不用担心猎物被声音吓跑。听觉对南美洲的油鸱非常有用，尽管不是为了发现食物——这种鸟以植物的种子和果实为食，它们不是用听觉发现猎物，而是凭借类似蝙蝠(见119页)的回声定位系统，依靠喉部发出滴答声的回音，决定在夜晚的森林中觅食或黑暗的洞穴中飞行的路线。

鸟类的嗅觉并不发达，但是新西兰的几维鸟是个明显的例外。它们眼睛很小，鼻孔开在长而柔韧的喙的顶端，依靠嗅觉发现蚯蚓和其他昆虫的幼虫，几维鸟的大脑中与嗅觉相关的区域比其他的鸟类发育得好得多。同许多其他鸟类一样，几维鸟在喙的根部有敏感的刚毛，能感觉到落叶堆中的轻微振动，从而找到食物。

鸟与人类

鸟类的肉和卵从史前时代起就成了人类饮食的重要组成部分。许多野生鸟类是当地的主要食用鸟，而驯化的红色原鸡(家鸡)、火鸡、灰雁和野鸭已经在全世界广泛饲养。捕猎松鸡、雉、山鹑等虽然也能为人们提供食物，其主要目的还是消遣，而非果腹(见213和229页插图)。尽管反对的呼声日益增高，但每年都有大量的云雀和鸫等候鸟在迁徙途经南欧的时候被人类捕杀。鸟类羽毛的价值体现在它们的美丽和保暖性能上，绒鸭柔软的绒毛用于填充羽绒被或“鸭绒被”，鸵鸟、孔雀和大白鹭的漂亮羽毛一度成为时髦的装饰品。

为了充饥或娱乐而进行的捕猎，造成了渡渡鸟、大海雀、美国旅鸽和新西兰大恐鸟等一些鸟类的灭绝，但这并不是人类行为对鸟类的惟一危害，也不是最严重的危害。包括库拉索鸟和鹦鹉在内的大量热带鸟类，因为雨林的消失而深受其害，沼泽地的干涸使原本生活在这里的麻鹬、琵鹭、矶鹬数量大大减少。许多鸟，如家雀和椋鸟，被人为地迁移到栖息地以外的区域，适应了新栖息地的生活，但更普遍的情况是猫、狗、黄鼬、猫鼬等捕食类哺乳动物被引入一些地区，致使当地原产鸟类数量大大减少。海鸠和刀嘴海雀被石油裹住身躯的照片使人们认识到，石油污染对海洋以及海岸鸟类构成很大威胁。但是更隐蔽，更严重的危害是由其他形式的化学污染造成的，即浓缩在鸟类食物链中的农用杀虫剂和有毒工业废弃物(见227页)。

史皮克斯金刚鹦鹉：同许多珍稀动物一样，史皮克斯金刚鹦鹉是栖息地遭到破坏和收藏者捕猎的双重牺牲品，已知的野生数量现已减少到仅仅一只(雄鸟)，因此，除非对驯养的少数几只进行人工繁殖，这种鸟在野外注定要灭绝。

相对而言，鸟类对人类的负面影响是微不足道的。只有极少数鸟类携带传染性病菌，其中野鸽子比较喜欢城市生活环境，其排泄物能传播鹦鹉热等疾病。有些鸟类为害庄稼，不过只有非洲的红嘴奎利亚雀能给人类带来真正严重的灾害(见插图，230页)。此外以植物种子为食的麻雀和灰雀等鸟类对庄稼的破坏也是很严重。鹅类，特别是灰雁和加拿大鹅会破坏刚刚种植的草和胡萝卜等农作物。有人怀疑鹭和翠鸟同淡水养殖业产量减少有关系，其实它们的影响很小，机场附近的鸟群是一个令人不安的因素，鸟和飞机相撞已经造成了多起严重事故；为了最大限度地解决这一问题，人们已经投入了大量的时间和金钱。

不能飞的鸟

鹤鸵、美洲鸵、鸸鹋和鸵鸟等10种平胸类鸟，是现存最原始的鸟类，它们的祖先曾经广泛分布于世界各地。所有的平胸类鸟都不能飞行，同样也不具备飞行鸟身体上的适应性特征：它们翅膀很小，羽毛轻柔，胸骨扁平，腿骨大而坚固。没有一具平胸类鸟祖先的骨骼和化石具有形状完整的翅膀，所以它们可能从来就不会飞行。与平胸类鸟亲缘关系最近的现代鸟类是中美洲和南美洲的一种鸡，它们只能勉强笨拙地飞行，基本上活动于地面。

除只有59厘米(20英寸)高的新西兰几维鸟外，平胸类鸟的身高从1.5米(5英尺)到现存最大的鸟——非洲鸵鸟的2.75米(9英尺)不等。平胸类鸟的奇怪之处是由雄鸟孵卵，其中鸵鸟是由几只雌鸟把卵产在它们公用的巢中，一只鸵鸟蛋的大小相当于25—40个鸡蛋。体形巨大、现已灭绝、同样不能飞行的马达加斯加象鸟所产的蛋大约有10千克(21磅)重。

有些飞鸟，如新西兰秧鸡和弱鹦鹉(一种昼伏夜出的鹦鹉)，栖息在海岛上，由于没有捕食者的威胁，正在失去飞行能力。这些鸟面临着来自人类和引进捕食动物的严重威胁，渡渡鸟的灭绝即证明了这一点。渡渡鸟是鸽子的近亲，体形很大，不能飞行，曾经安全地生活在毛里求斯。后来毛里求斯港成了过往水手的停留之地，17世纪的时候，渡渡鸟已经被捕杀殆尽。还有一些鸟类，如企鹅和近期灭绝的大海雀，为了适应水中的生活而失去了飞行能力(见插图，17页)。

参见

- 鸟类 90—95页
- 动物的交流 152页
- 领地、交配和社会组织 156页
- 动物建筑师 160页
- 寄生与共生 168页
- 迁徙 170页
- 灰斑鸠的活动范围扩大(方框) 173页
- 感觉与知觉 188页

哺乳动物的出现

我们作为现存陆地哺乳动物中最高级的一员，自然对哺乳动物的其他成员特别感兴趣。无论就种类还是个体的数量而言，总数不超过5000种的哺乳动物纲都算不上一个大家庭，即使在脊椎动物中也是如此——鱼的种类大约是哺乳动物种类的4倍。但是，许多大型海洋动物和大多数大型陆地动物都是哺乳动物，由此可见，哺乳动物的地位比它们的数量要重要得多。

从地质年代上来说，哺乳动物这个整体只是在较近的时期内才显示出了重要性。虽然最早的哺乳动物出现在2亿多年以前，但是哺乳动物前2/3的历史是在强大的恐龙以及其他爬行动物的阴影下度过的。只是在最近的6500万年中，哺乳动物才开始崭露头角。这段时期里，大量哺乳动物的进化程度得以提高，种类也极为丰富，现存哺乳动物只能部分地反映当时的多样性。

哺乳动物的祖先

3亿多年前统治地球的早期爬行动物是一种类似哺乳动物的爬行动物(见82页)。它们爬行的姿态和步法与爬行动物相似，但是头骨的结构却表明它们是哺乳动物的祖先。所有的早期的这类动物都是食肉动物，最小的这类动物以昆虫和蠕虫为食，体形稍大一些的以小型爬行动物为食，但是到了2.5亿年前左右，一类重要的二齿兽转变成为草食动物。

到了2.35亿年前的三叠纪，包括主要食肉的犬齿兽在内的这类动物的外表更加哺乳动物化，骨骼结构更加适应直立姿态和行动，头骨发生了变化，以适应牙齿向哺乳动物的转变，后腭将食物和水的通道分开(见方框)。哺乳动物分泌乳汁和哺乳的能力是何时进化而来的，目前尚不清楚，但是有间接证据表明，这一现象是在高级的犬齿兽中产生的。其中一类犬齿兽的牙齿发生了很大的变化，因为幼兽如果长着尖利的牙齿，对哺乳的母兽非常不利，所以人们推测哺乳行为是从这时开始的。向恒温动物("温血动物")的转变大约也是在这段时间发生的。后来的犬齿兽上颚出现凹陷，表明它们可能拥有了触须和起到保温作用的毛发，这正是恒温动物的特征。后腭的出现使幼兽可以同时吸乳和呼吸，这可能是因为温血动物代谢率高，需要快速进食的缘故。

这类动物数量急剧下降是地球生命史上最重要的动物群变化之一。到了1.85亿年前的侏罗纪，只有几种草食动物得以幸存，取而代之的是出现于2.3亿年前的恐龙，它们对地球的统治持续了1.6亿年(见82页)。

最早的哺乳动物

三叠纪晚期，即2.2亿年前，出现了最早的真正的哺乳动物。在整个恐龙时代，哺乳动物的体形很小，形态和生活习性与鼩或鼠类似。它们同冷血的爬行动物不同，能够适应昼伏夜出的生活，因此得以同恐龙共存。白垩纪末期，即6500万年前，最早的灵长类动物在地球上出现了。

这时候恐龙已经灭绝，哺乳动物扩大了活动范围，占据了恐龙曾经生活过的地区。虽然恐龙消失了，哺乳动物仍然面临竞争。鸟类的数量在各地急剧增加(见90页)，一些不飞巨鸟甚至一度成为陆地上最主要的动物。通过与鸟类的竞争，哺乳动物终于获得了立足之地。

哺乳动物的特征

我们能毫不费力地说出老虎和马是哺乳动物，但是事情并非总是这么简单。蝙蝠看起来像是典型的哺乳动物，但是仔细观察就会发现：同鸟类和爬行动物一样，它们有一个消化道、尿道和生殖道共用的开口——泄殖腔。以产卵方式繁育后代的鸭嘴兽和针鼹就更让人糊涂了。这哪里是哺乳动物的特征呢?那么，如何分辨哺乳动物呢?换言之，哺乳动物的特征是什么?

"哺乳动物"这一名称，来自于拉丁文mamma，意思是乳房，表明了这类动物的基本特征——母兽的乳腺能够产生乳汁。乳汁是一种营养丰富的液体，有含量不等的蛋白质和脂肪。所有其他的动物都不能分泌乳汁，但是供幼兽吸吮的乳房外部结构——乳头，并不是所有哺乳动物都具备的，单孔类动物(针鼹和鸭嘴兽)就没有乳头。

与爬行动物不同的是，哺乳动物是恒温动物("温血动物")——它们通过高代谢率的手段来保持体内温度不变。但是哺乳动物并不是惟一的恒温动物——鸟类也是恒温动物，二者体内的保温机制相似，只是外层"保温材料"不同：哺乳动物用毛发和皮毛，而鸟类则使用羽毛。

所有哺乳动物独有的特征是中耳的3块传音骨(或小骨)——镫骨、砧骨和锤骨(见191页)。其中两块(砧骨和锤骨)源于爬行动物的颚链，但是哺乳动物的下颚骨(齿骨或承齿骨)只有一块，并与头骨的其他部分相连接。

作为获取食物的主要工具之一，哺乳动物的牙齿相对于爬行动物产生了很大的变化，牙齿变大，数量减少，颚骨不同部位的牙齿分别具有了不同的功能。口腔前面的门齿用来咬食物，犬齿用于刺戳，而后面尖利的牙齿(臼齿和前臼齿)为了咀嚼和磨碎食物而得到进化。牙冠(牙眼以上的部分)的延长需要更加坚固的固定部位，因此牙根变长，而且颚骨上的牙槽得到了发育。上部颚骨(上颚骨)的加深导致了口腔顶部的隆起，这样，即使在口腔塞满的情况下，仍有足够的空间让空气通过。皮瓣在这个部位形成，然后一个骨质的薄片从上颚骨伸展出来，形成了分隔空气和食物通道的后腭。这一特征(只在爬行动物中得到进化)使得幼兽可以同时吸吮乳汁和呼吸，并咀嚼食物。哺乳动物幼年的时候生乳牙，成年以后则被一副恒牙所取代，这也是哺乳动物独有的特征，而且和后腭一样，同吮乳有关(见正文)。

头部与身体其他部分连接的方式是哺乳动物有别于其他动物的又一特征。第一和第二椎骨(寰椎和枢椎)之间的枢轴关节能够使头转向两边，但是没有鸟类转动的角度大，必要时鸟类的头可以旋转180度。

哺乳动物最显著的特点是它们的智力，高等哺乳动物的大脑皮层(大脑中与智力行为有关的部分)比所有其他脊椎动物的大脑皮层发育得都好(见183页)。哺乳动物拥有一系列有别于其他动物的特征，尽管这些特征并非存在于所有的哺乳动物身上。哺乳动物从它们的祖先——爬行动物进化的过程中相继获得了这些特征，但是由于化石数量不充足，我们无法判断哪种特征是最先形成的。只有同时具备这些特征——而不是其中之一——的动物，才能被称为哺乳动物。

哺乳动物时代的开始

恐龙在地球上出现的时候，大陆还是完整的一块，当6500万年前哺乳动物时代开始后，大陆已经分离成几块(见8页)。体形相似，但亲缘关系并不十分相近的哺乳动物分别在不同的大陆得到进化，占据着同样的生态位。第三纪时与其他陆地隔绝的澳大利亚，进化出了的袋猫、袋犬、袋鼯、甚至袋鼹(见103页)。美洲草原上生活着类似现代骆驼、马、犀牛、大象的动物，甚至有一种大型的有袋猫科动物以及披甲雕齿兽(与现存犰狳有亲缘关系)、土懒等独特的物种(见插图)。

中新世时期，即2300万年前，非洲大陆与欧亚大陆在今天地中海的位置相撞，连接了两块陆地，这是哺乳动物史上的重大事件。碰撞发生之后，欧洲和亚洲的哺乳动物进入了非洲，非洲独有的大象和猿则向北迁移到欧亚大陆。

草地面积的扩大

渐新世晚期至中新世早期，即2800万—1800万年前，森林和树林渐渐被草地所取代，使哺乳动物的生活发生了根本性变化。偶蹄动物曾经在有蹄动物中占有优势，以森林中的嫩草为食，大约在4000万年前达到了繁荣的顶峰。随着草地面积的扩大，尽管马等少数动物成功地适应了新的草地生活，但是偶蹄动物最终在与牛、羚羊等奇蹄动物的竞争中败下阵来(见112页)。在开阔的草原上，为了逃避捕食者必须疾跑如飞，于是马和多数偶蹄动物进化了长腿提高了疾驰速度。除此之外，它们还比生活在森林中的时候更加善于从远处察觉捕食者的接近，这一点对当时主要的食肉动物产生了影响，许多食肉动物因此灭绝了。

因此，在新的环境下，智力成了决定生存的重要因素。正是在草地上，包括猫科动物和犬科动物在内的现代食肉动物崭露头角。它们奔跑速度慢，通常单靠追逐追赶不上猎物，因此学会了使用复杂的策略：犬科动物成群地围攻猎物，独居的猫科动物则狡猾，悄悄地

蜜负鼠是澳大利亚的有袋动物，吃花蜜。澳大利亚和新几内亚与其他陆地不相连，因此多种有袋动物幸存下来并得以进化，其他地区的有袋动物几乎全部为有胎盘动物所取代，但是惟一的例外是生活在美洲的杂食性有袋动物——负鼠。

参见

- 星球外貌的变化 8页
- 进化 12—17页
- 生命的分类 18页
- 哺乳动物的类型102—145页

潜近猎物(见 165 页)。

森林大面积减少的另一个结果就是林中的灵长类动物被渐渐驱赶到开阔的草地。中新世生活在非洲和欧亚大陆稀树草原的类人猿由于智力较高，有协作能力，所以不仅生存下来，而且分布极广。

目前，非洲东部的野生动物保护区内生活着大量种类繁多的哺乳动物，代表了最先起源于中新世的草原生态系统。到了更新世的冰川期，即 100 万—1 万年前，这种多样性已经在地球的大多数地区消失(见 10 页)。

冰川期

剧烈的气候变化之后，产生了一系列生态环境类型，也产生了不同植物类型的演替。这种情况下，食物类型单一的动物很难生存下来，因为生存和兴旺的关键在于适应环境。因此更新世时在地球上占有优势的是能适应多种环境的动物。

牛(在北美是野牛)、羊、猪是各地的主要草食动物，最适应环境的肉食动物——猫科和犬科动物——凭借发达的智力占有了一席之地。哺乳动物当中为数最多、最兴旺的要数老鼠。高度适应环境、能够使用工具和驭火的另一种哺乳动物——人，也在此时出现了。

随着冰帽从极地向中欧地区移动，永久冻土和冻原向南伸展到阿尔卑斯山和喜马拉雅山。欧亚大平原和北美的长毛猛犸和长毛犀牛(见插图)以当时冻原带上比较繁茂的植物为食。这些大型哺乳动物的天敌是犬齿很长的剑齿猫科动物。洞穴成为人类及其捕猎的洞熊等动物的栖身之地。其实我们是根据 3 万年前的克罗马努人留下来的小塑像和后来的洞穴壁画而对冰河时代的哺乳动物产生更深入的了解的。

为什么更新世的哺乳动物大多灭绝了呢？一种理论认为，它们是人类技术进步的牺牲品，是被捕尽杀绝的，因为这些动物的灭绝时间与早期人类开始使用手斧和取火的时间相同。1 万年前，上一个冰川期结束的时候，植物茂盛的冻原消失了，也许这也是众多物种灭绝的原因。

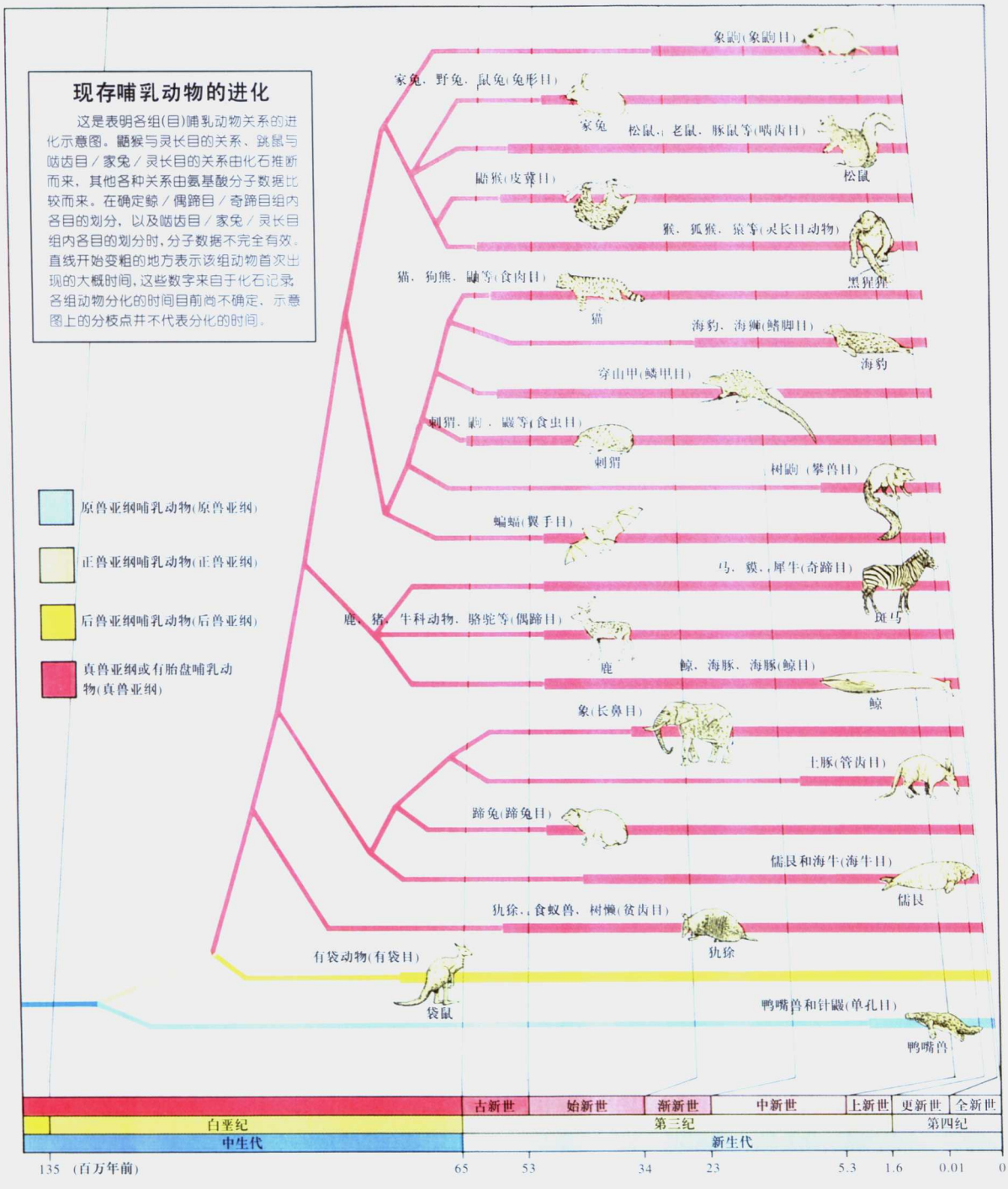
哺乳动物的分类

哺乳纲内的所有动物都以雌性乳腺所分泌的乳汁哺育幼兽，但是它们的繁殖方式并不相同，根据这一不同，现存哺乳动物被分为三大类。

最小的一类是单孔类动物，只有一目，其中仅包括鸭嘴兽、针鼹等三种，只产于澳大拉西亚。有别于其他哺乳动物的是，它们通过产卵的方式繁殖后代，被称为原兽类哺乳动物(原兽亚纲)。尽管原兽类动物生有皮毛，为幼兽哺乳，已经被承认为哺乳动物，但是仍然保留着一系列原始特征。它们是卵生的，卵的结构和鸟卵非常相似，而且像鸟卵一样，在巢里或地穴中孵出。原兽类有分泌乳汁的特殊腺体，但是没有乳房和供幼兽吸吮的乳头，幼兽从母兽腹面濡湿的毛上舔食乳汁。

其他的哺乳动物全部是胎生，被称为正兽类哺乳动物(有时划分为正兽亚纲)，根据繁殖方式的不同还可以进一步划分为后兽亚纲和真兽亚纲。后兽类动物只包括一目——有袋目，即有袋哺乳动物。澳大拉西亚的有袋动物闻名于世，南美洲的有袋动物以负鼠科最具代表性。虽然有袋动物是胎生，但是幼仔出生时发育得不完全，它们由产道进入育儿袋中，衔住乳头，将身体固定一段时间，直到能够自己吮吸为止。

绝大部分现存哺乳动物属于正兽类中的真兽亚纲，又叫有胎盘哺乳动物(见 106—145 页)，因为它们的胚胎通过胎盘这一特殊器官从母体的血液中直接汲取营养，并排泄废物(见 186 页)。真兽类动物的妊娠期大不相同，幼仔产出时的发育程度也不一样，但是都比有袋动物的幼体发育得成熟。


现存哺乳动物的进化
这是表明各组(目)哺乳动物关系的进化示意图。鼯猴与灵长目的关系、跳鼠与啮齿目/家兔/灵长目的关系由化石推断而来，其他各种关系由氨基酸分子数据比较而来。在确定鲸/偶蹄目/奇蹄目组内各目的划分，以及啮齿目/家兔/灵长目组内各目的划分时，分子数据不完全有效。直线开始变粗的地方表示该组动物首次出现的大概时间，这些数字来自于化石记录。各组动物分化的时间目前尚不确定。示意图上的分枝点并不代表分化的时间。
原兽亚纲哺乳动物(原兽亚纲)
正兽亚纲哺乳动物(正兽亚纲)
后兽亚纲哺乳动物(后兽亚纲)
真兽亚纲或有胎盘哺乳动物(真兽亚纲)
象鼩(象鼩目)
家兔，野兔，鼠兔(兔形目)
家兔
松鼠，老鼠，豚鼠等(啮齿目)
松鼠
鼯猴(皮翼目)
猴，狐猴，狨等(灵长目动物)
黑猩猩
猫，狗熊，鼬等(食肉目)
猫
海豹，海狮(鳍脚目)
海豹
穿山甲(鳞甲目)
刺猬，鼩，鼹等(食虫目)
刺猬
树鼩(攀兽目)
蝙蝠(翼手目)
马，貘，犀牛(奇蹄目)
斑马
鹿，猪，牛科动物，骆驼等(偶蹄目)
鹿
鲸，海豚，海豚(鲸目)
鲸
象(长鼻目)
土豚(管齿目)
蹄兔(蹄兔目)
儒艮和海牛(海牛目)
儒艮
犰狳，食蚁兽，树懒(贫齿目)
犰狳
有袋动物(有袋目)
袋鼠
鸭嘴兽和针鼹(单孔目)
鸭嘴兽
古新世
始新世
渐新世
中新世
上新世
更新世
全新世
白垩纪
第三纪
第四纪
中生代
新生代
135 (百万年前)
65
53
34
23
5.3
1.6
0.01
0

针鼹和鸭嘴兽

单孔目动物，也就是“产卵的哺乳动物”，目前只有三种——鸭嘴兽及两种针鼹，全部产于澳大拉西亚。虽然因为产卵而被认为非常原始(爬行动物和低级脊椎动物才是卵生)，单孔目动物其实具备哺乳动物的所有其他特征。它们不仅有皮毛，为幼仔哺乳，而且生有哺乳动物独有的中耳和下颚等各种器官(见98页)。尽管体温不恒定，但它们是温血动物，能将体温保持在高于环境温度的水平。

单孔目动物的生殖、排泄管道以及肠共同开口于泄殖腔，由一个共同的孔通向体外(见185页)，这就是“单孔目”这一名称的由来。尽管如此，尽管它们产卵，单孔目动物的生殖系统仍然是哺乳动物类型的。幼兽在软壳的卵中仅发育10天左右便出壳，孵出后发育得不成熟，完全依靠母兽哺乳。

鸭嘴兽

鸭嘴兽产于澳大利亚东部和塔斯马尼亚，体形小，是半水栖哺乳动物，会潜水，以淡水无脊椎动物为食。雄兽比雌兽大，体长可达60厘米。它们的皮毛浓密防水，肢体较短，前脚的趾间有全蹼相连，适于划水，后脚趾间有半蹼，能够调节方向，又宽又扁的尾巴用来作舵。鸭嘴兽最奇怪的特征要数它扁平突出的“鸭嘴”，这张嘴柔软易弯曲，触觉灵敏，能够感觉电场，在水下用于寻觅食物、辨别方向，因为潜入水中后，它的耳朵和眼睛是紧闭的。鸭嘴兽的鼻孔位于嘴顶端的上方，它的嘴后面有两外颊囊，颊囊里面的角状突起用于咀嚼收集、储存的食物。鸭嘴兽出生的时候本来有牙齿，但是在幼年时全部脱落掉。

雌鸭嘴兽不像针鼹那样用卵袋孵卵，它们把卵(1—3枚，多为2枚)产在地洞中，孵出幼仔后哺乳3—4个月的时间。母兽的乳腺没有乳头，乳汁渗到乳腺区周围的皮毛上，由小兽舔食。

只有极少数哺乳动物(包括几种食虫目动物，见120页)生有毒腺，鸭嘴兽便是其中之一。雄鸭嘴兽的后脚踝后侧各有一处突起的毒距，毒距中空，通过导管与大腿上的毒腺相连，可以从皮褶中挺立出来。后腿受到强烈刺激时，喷出的毒液能毒死一条狗，人的皮肤接触之后也会非常疼痛。毒腺在鸭嘴兽的繁殖期内有所增大，雄性情敌之间相互争斗的时候更加频繁地使用毒距，这说明，毒距除了用于自卫，还在雄兽们接近雌兽的争斗中起很大作用。

奇异的鸭嘴兽

18世纪晚期，第一只鸭嘴兽被带到英国的时候，英国人觉得非常不可思议，认为是一场骗局——是兽皮被巧妙地缝到了鸭子的嘴上。后来，看到更加完整的标本之后，人们才不再怀疑它的真实性，但是认为它不是哺乳动物。生殖系统和鸟类、爬行动物相似，像它们一样产卵而不是胎生动物，怎么会是哺乳动物呢?

人们发现鸭嘴兽具有哺乳动物独有的特征——乳腺，这才消除了争议。尽管如此，由于它产卵的习性和爬行动物般的骨骼特征，人们普遍把它看做非常原始的哺乳动物，而且认为它和爬行动物一样，不能像其他哺乳动物那样调节体温。但是近期的研究结果表明，鸭嘴兽是能够调节体温的，目前已经没有人怀疑它作为哺乳动物的地位了。

短喙针鼹非常善于挖掘蚂蚁和白蚁的巢，然后用又长又粘的舌头将它们一扫而光。此外，它们还是掘洞能手。危险来临的时候，它们垂直向地下挖洞，几秒钟的功夫便不见了踪影，只露出刺尖。

针 鼹

针鼹有两种，比较常见的是体形较小的短喙针鼹，身体全长约40厘米，分布于新几内亚、澳大利亚。长喙针鼹的体形较大，主要产于新几内亚，其他地区是否有分布目前不大清楚。这两种针鼹都有强有力的大爪和又长又尖的喙，分别用来掘土和觅食，喙前端的鼻孔能够嗅出隐藏在地下的猎物。短喙针鼹专吃蚂蚁和白蚁，长喙针鼹以各种昆虫和蚯蚓为食。针鼹的舌头细长柔软，上面有粘液，能伸到外面捕捉猎物。它们没有牙齿，靠上腭和舌头表面的角状突起磨碎食物。

雌针鼹的腹面上有一个不成熟的育儿袋，繁殖期内增大，只装一枚卵。育儿袋前面的乳腺没有乳头(同鸭嘴兽)，幼仔从乳腺开口处的皮毛上舔食乳汁。针鼹也像鸭嘴兽一样有踝距，但是踝距无法竖起，毒腺形同虚设，遇到危险时它们蜷成一团，背上的密毛和长刺能提供很好的保护。

单孔目动物的起源

单孔目动物一般被视为现在哺乳动物中最原始的一类，但人们对它们的起源尚不清楚，所发现的化石也是在距今较近的时间里开始形成的，无助于揭示它们的历史，现代鸭嘴兽和中新世中期(约1000万年前)的岩石中埋藏的鸭嘴兽化石非常相像。有人猜测，今天的单孔目动物的祖先早已灭绝，曾经比它们分布得更为广泛，但是迄今为止，澳大拉西亚以外的地区还没有发现单孔目动物的化石。也许它们的祖先非常古老，曾大量生活在白垩纪晚期至始新世，即6500万—3400万年前的北美，现已灭绝，是澳大拉西亚与其他陆地隔绝的地理环境使它们幸存至今。

参见
· 哺乳动物的出现 98页
· 第六感觉(方框) 191页

有袋动物

有袋动物包括袋貂、负鼠、袋狸、袋熊、袋鼠、沙袋鼠、食蚁兽、考拉等，共有266种，分属18个不同的科。它们曾经在地球上分布很广，今天仍然生活在澳大拉西亚的大部分地区和中美洲、南美洲，但是有袋动物种类最为丰富的地方要数澳大利亚和南美洲(分别拥有全部种类的45% 和 30%)。

有袋动物的身体大小不等，有的食昆虫袋鼬只有2克(1/4盎司)重，而食草的袋鼠则重达90千克(200磅)。哺乳动物的各种类型——草食、肉食、杂食，以花蜜为食者——都体现在有袋动物当中，它们有的居住在沙漠，有的栖息于开阔的草原，有的生活在炎热、茂密的森林中，大多数居住于地面，有些种类则非常适应树上、地下或者水中的生活。

一般特征

尽管外观不一，但是有袋动物是一个统一的整体，独特的繁殖方式将它们与其他哺乳动物区分开来。与有胎盘哺乳动物的卵相比，有袋动物的卵的形状和发育更接近于爬行动物和鸟类。有胎盘哺乳动物的幼仔在出生之前已经在母体中发育到比较成熟阶段，而有袋动物的幼仔出生时发育不完全，出生之后生长也很缓慢。30千克(66磅)重的东部灰袋鼠的幼仔刚刚出生时只有0.8克(1/30盎司)，300天后重约5千克(11磅)，18个月左右才断奶。

刚出生的有袋动物不仅体小、看不见东西，而且还必须从产道中出来，独立寻找乳头。这个过程主要由前肢来完成。它的前肢和头比其他部分发育得成熟。究竟它们是怎样找到乳头的，我们还不太清楚。一旦幼仔的嘴衔住乳头，乳头末端就会增大，然后幼仔在上面牢牢地附着1—2个月。

许多有袋动物的乳头外面有育儿袋，它们用覆有密毛的育儿袋保护幼仔。但并不是所有的成员都有这个特征，有些小型有袋动物就没有育儿袋。育儿袋在形状上差别很大，如负鼠的袋不过是乳头区的皮褶，树上爬行、跳跃的有袋动物则有很深的育儿袋，完全盖住了乳头。有些育儿袋向前开，如袋鼠和袋貂，而袋狸的育儿袋是向后开的。许多有袋动物只在繁育季节临时生成育儿袋，有些则无论雌雄都有袋。

有袋动物生殖系统的另一个特点是，它们没有真正的胎盘——母体向胚胎输送营养的渠道，因此有别于有胎盘动物，它们的胚胎通过子宫内的卵黄囊胎盘吸收营养。雌性有双子宫和阴道，有两套生殖道。许多有袋动物的雄性有两个阴茎。

有袋动物和有胎盘哺乳动物的其他不同之处是，它们的牙齿数量比后者多(40—50枚)，头骨相对较小。虽然普遍认为有袋动物比较原始，不如有胎盘动物高级，但是研究结果表明，它们解决问题的能力(见150页)并不比后者差。它们独特的生殖系统——尽管有时被认为很原始，效率低——有自己的优势，母兽不是在妊娠期向胚胎输送大量营养，而是主要在产后和哺乳期向幼仔提供养分，幼仔如果夭折，雌兽很快就会恢复生育能力，这样可以避免漫长的孕期造成的时间、能量上的浪费。

进化起源

有袋动物的起源和目前的状况与地质史(见8—9页)上陆地的连接和分离有着千丝万缕的联系。已知最早的有袋动物化石有7500万年的历史，形成于白垩纪的北美和南美，有证据表明，1亿年以前，它们就与其他哺乳动物——有胎盘哺乳动物出现了不同。较年轻的化石发现于欧洲，形成于始新世(5300万—3400万年前)。澳大利亚发现的最古老的化石是中新世留下来的，已有2300万年的历史，那时现代有袋动物的各科已经大部分出现。由于欧洲、非洲和亚洲都没有发现最早的有袋动物化石，因此可以断定，它们起源于7500万—1亿年前的北美，然后由南美洲和南极洲迁移到澳大利亚，这三块大陆曾经连为一体，4500万年前的时候，澳大利亚从南美洲和南极洲分离，后两者也在1500万年前分开。在南极洲发现的有袋动物化石可以追溯到澳大利亚脱离南极大陆的时代，当时南极洲气候温和，能够生长森林。

随着有胎盘哺乳动物的大量增加，种类不断增多，有袋动物被驱赶出曾经生活过的地区，2000万—2500万年前，它们就已在北美洲和欧洲灭绝。当时南美洲与北美洲分离，没有出现哺乳动物，草食、肉食、杂食等种类繁多的有袋动物栖息

出生15天的负鼠紧紧地固定在育儿袋中的乳头上。与有胎盘哺乳动物不同的是，它们出生时发育不完全，眼睛看不见东西，没有自理能力，必须艰难地从产道中来到育儿袋，寻找母亲的乳头。

背着幼仔的雌考拉，尽管外表温顺，但考拉经常相互侵犯，而且能有力地回击狗和其他入侵者的攻击。

在不同的生态环境中(见194—195页)。然而到了3500万年前，南北美洲大陆连接到一起，有胎盘动物向南迁移，许多有袋动物，包括体形较大的食肉者(与郊狼和剑齿猫科动物很像)最终都灭绝了。目前南美洲只剩下杂食性有袋动物，其中一些已成功地迁居到北美洲。

由于澳大利亚与各陆地长期分离，没有有胎盘哺乳动物生活在其中，有袋动物得以在那里繁衍和多样化。气候和植被的变化使一些大型有袋动物逐渐灭绝，其中包括身体高达3米的食草性袋鼠以及大型的袋狮。然而，澳大利亚仍然拥有种类极为丰富的有袋动物，它们像有胎盘哺乳动物一样，分别栖息于不同的小生态环境当中。因此，隔离在澳大利亚的有袋动物同其他地区与之相应的胎盘哺乳动物在外观和功能上极为相似。这种趋同进化的例子包括袋鼹和鼹鼠，生有翼膜的短头袋鼯和鼯鼠，袋狼(又叫塔斯马尼亚狼)和狼(见方框)。

负鼠鼩

美洲的有袋动物以种类繁多、家族兴旺的负鼠为代表。负鼠属于负鼠科，包括70多种，其中最小的台湾鼠鼩体长不足7厘米，最大的北美鼩跟猫一般大。它们大多生有适于握东西的前脚和后脚，后脚的拇指能够反转，便于牢牢地握住东西，尾巴可以缠卷，因此都是攀爬能手。负鼠在南美和中美的大部分地区均有出产，许多都是像老鼠一样的非专化动物，吃水果、昆虫、小脊椎动物、腐肉，甚至垃圾。有些种类是专化的，如生有蹼足、适于两栖生活的水鼩，雌性的育儿袋向后开，收缩括约肌可以关闭袋子，防止进水。

许多负鼠有惊人的繁殖能力。它们的妊娠期约13天，是孕期最短的哺乳动物之一。雌性每个繁殖季节可以产3窝仔，每窝的数量都很多。北美鼩每次可产21只幼仔，由于母亲的13只乳头不能全部分泌乳汁，所以许多幼仔吮不到乳汁，很快就会夭折。当育儿袋装不下长大的幼仔时，有些小负鼠就爬到母亲的背上。负鼠很少有活到3岁的，因此高繁殖率被高死亡率抵消了。

袋鼠和沙袋鼠

提起有袋动物，人们常常会联想起袋鼠。1770年跟随库克船长远航到南海的博物学家们对这种奇异的动物做了描述，引起了欧洲人的极大兴趣。澳大利亚的袋鼠和沙袋鼠共有50多种，同属袋鼠科。它们的体形很特别，前肢短小，远离地面，后肢发达，适于跳跃，跃起后能跳到6米多远的地方，运动速度快(见177页)。它们的尾巴在跳跃时起平衡作用，静止或缓慢移动时起支撑身体的作用。后脚上有两个带爪的大脚趾和两个小脚趾，小脚趾连在一起，能够清理皮毛。树袋鼠的后肢较短，脚比较宽，能用利爪攀爬。

袋鼠和沙袋鼠是草食动物，大多生有囊状的巨胃，与反刍哺乳动物相似。它们的门齿和臼齿之间有一个很大的缝隙，叫做齿隙，这是有胎盘草食哺乳动物的特点，此外还生有研磨臼齿。另外一个特征是下颌上向外突出的两颗大门牙，与上颌的六颗门牙磨来磨去。许多袋鼠和沙袋鼠以草为食，占据着同世界其他地区的牛、羊、鹿和羚羊一样的生态环境。最大的袋鼠是生活在澳大利亚中部干燥地区的红袋鼠，肩高1.5米。

考 拉

考拉行动缓慢，憨态可掬，样子非常讨人喜欢，其实它们是栖息在树上，以树叶为食的有袋动物。它们身体滚圆、强壮，生有柔软、浓密的毛和一截短尾巴。脚很大，每个脚趾上都有结实的爪，便于爬树。前脚的第一二趾与其他三趾相对，以便于爬树的时候紧紧地抓住树枝，也有利于抓住食物。它们在树上非常敏捷，但是在地面上却很笨拙，因此很少到树下冒险。

考拉的食物包括许多树种，但主食由2—4种桉树的叶子

构成。桉树叶纤维含量很高，蛋白质含量非常低，而且有对许多草食动物有害的芳香油和其他化合物。考拉能轻松地解决这个问题：树叶被吞掉之前由臼齿将它们完全磨碎，巨大的肓肠(哺乳动物中占身体比例最大的)中含有帮助消化的细菌，树叶中有毒的化合物被肝脏分解然后排泄。由于食物中营养含量低，考拉每天睡眠 18 小时，过着悠闲、节能的生活。

欧洲移民非常喜欢它们柔软的皮毛。由于受到大量捕猎以及森林遭到砍伐，考拉几乎灭绝。是禁猎法律和保护考拉及其栖息地的规划挽救了它们，使它们重新分布在澳大利亚的各个地区。

肉食有袋动物

除了主要以植物为食的有袋动物以外，还有许多食肉的有袋动物，大多属于袋鼬科，分布于澳大利亚和新几内亚。袋鼬包括大约 50 种，大多数体形很小，像老鼠，尾巴和嘴都很长，耳朵和眼睛较大。其中最小的是宁高袋小鼠，只有 2 克重，很像鼠匈鼠青，最大的是体形像黄鼠狼的袋鼬—袋猫和袋獾。袋鼬主要以无脊椎动物，如昆虫、蜘蛛、蚯蚓为食，也吃蜥蜴和其他小脊椎动物、水果、蔬菜等。袋獾尽管体形大，样子凶猛，但主要以动物腐肉为食，其强有力的颚和牙齿能够撕裂动物尸体，咬碎骨头。产于塔斯马尼亚的袋猫大小与猫差不多，是爬树的能手，也是真正的肉食动物，常捕食小的沙袋鼠、短头袋鼯和爬行动物。

袋鼬大多数是独居的，但为了辨别方位、吸引异性，许多袋鼬有特殊的求偶信号。雄性到了繁殖季节常常在夜晚发出叫声，雌性对雄性感兴趣的时候也会叫。小型袋鼬每年产仔两次或更多，每次产 12 只左右，袋獾等大型袋鼬哺育幼仔的时间较长，因此每年产一窝仔，每窝 2—4 只。幼仔的哺乳期在 8—9 个月，约两年之后才能达到性成熟。

斑尾袋鼬是较大的有袋食肉动物之一，体重约 1.5 千克(3.3 磅)。虽然袋鼬善于爬树，但是它们大多数时间生活在森林中的地面，捕食小的沙袋鼠、短头袋鼯、爬行动物等。

参见

- 星球外貌的变化 8 页
- 哺乳动物的出现 98 页

袋狼——已经灭绝了吗

袋狼又名塔斯马尼亚狼，是现代有袋食肉动物中最大的一种。尽管我们从化石得知，袋狼曾经广泛分布在澳大利亚和新几内亚，但历史上这种动物只在塔斯马尼亚被见到过。目前，许多人认为袋狼已经灭绝了，不过，近年来时有目击到袋狼的报导，给我们带来了一线希望——也许它们仍然生活在塔斯马尼亚岛上某个偏僻的地方。

袋狼的大小和外表与狼相似，但肩部像郊狼那样向下倾斜。它有一条又长又坚硬的尾巴，皮毛是沙色的，背上有黑色的横纹，这些特征和大科的肉食动物有所不同。因为与众不同，袋狼被划分为独立的一科—袋狼科。袋狼有可能以沙袋鼠、负鼠以及其他脊椎动物为食。欧洲人来到岛上定居后，发现它们危害绵羊，于是提供黄金大量捕杀。1888—1909 年间共杀掉了至少 2268 只袋狼。袋狼数量的锐减也许同一场瘟疫也有关系。1933 年在塔斯马尼亚西部捕捉的一只袋狼是人们见到的最后一只活袋狼，它 1936 年死于霍巴特公园。令人悲哀的是，尽管人们组织过几次对袋狼的搜寻，仍然没有确凿的目击证据能够表明它们仍然生活在地球上。

食蚁兽、犰狳和树懒

食蚁兽、犰狳和树懒一起组成了贫齿目动物。其学名意为“无齿”。但是事实上只有食蚁兽完全没有牙齿。现存的贫齿目哺乳动物是曾经生活在地球上的一种南美哺乳动物剩余的几种。大部分这种南美哺乳动物在史前和有史时期就逐渐灭亡了。

犰狳和树懒没有真正的门齿和犬齿，但是它们却有简单的钉状臼齿(臼齿、前臼齿)。这些牙齿缺少牙釉质且没有生根，伴随着主人一生不断生长。食蚁兽主要以蚂蚁和白蚁为食。犰狳是杂食性动物，主要以昆虫、腐肉和植物块茎为食。树懒则是素食动物。

一般特征

这一类哺乳动物与其他哺乳动物的不同处不是无齿，而是脊骨底部脊椎之间奇特的连接方式。这种连接方式能够承受来自骨质突的额外压力，尤其是在挖洞时。犰狳尤其擅长挖洞。

此外，贫齿目动物颅骨结构简单，有一对低级的静脉腔(静脉将血液从身体后部送回心脏)(见181页)。雌性贫齿目动物有一个独立的子宫，与有袋目动物十分相似，有一个普通泌尿生殖器。所有的贫齿目动物体温都相当低，新陈代谢速度缓慢。基于这个原因，它们只食用质量差的草类。树懒总是非常节省地使用其能量，很少走动，移动缓慢，占据较少的生存空间。

起 源

现存的贫齿动物是生活在大约6000万年前的第三纪早期(见98页)的形形色色的稀奇古怪的新世界哺乳动物的后代。在第三纪的大部分时间里，南美和北美还是两块独立的大陆。直到350万年前两块大陆才由陆桥连结起来(见9页)。在第三纪早期，南美洲大陆与澳洲大陆和南极洲大陆相连。在3000万年前，这两块大陆与南美洲大陆脱离。所以无齿目动物多数时间是与早期有袋目动物和一些其他古生哺乳动物生活在南美洲大陆上。

与其他大陆的隔离不仅有利于演化出许多种贫齿目动物，而且还有利于演化出形体巨大的无齿目动物(见插图，98—99页)。大约在3400万年前的渐新世早期，出现了三科树懒，其中包括一些与今天的大象大小相似的种类。同期还有四科类似犰狳生有甲壳的动物，其中最大的雕齿兽属贫齿动物体长达5米(16.5英尺)，背上生有巨大坚硬的角质鳞片。一些巨大的哺乳动物一直生活到有史时期。巴塔哥尼亚印第安人的传说中还提到过这种动物。然而今天只有体形较小的亲缘动物生存了下来。已绝灭的巨大的贫齿目动物或许行动缓慢，是普通食草动物。当北美大陆和南美大陆相连时，贫齿目动物很快就被从北方来的形体较小、更活跃的哺乳动物所代替。那些生存下来的贫齿目动物主要是食蚁动物、食叶动物或是挖洞动物，生活在

大食蚁兽是最大的食蚁兽，身长超过2米(6.5英尺)。食蚁兽擅长捕捉蚂蚁和白蚁，其又窄又粘的舌头可伸长60厘米(2英尺)，直至昆虫的巢中，并以1分钟150次的惊人速度将舌头伸进伸出，这对于大食蚁兽1天吃3万只昆虫的食量来说是非常必要的。

参见
· 星球外貌的变化 8页
· 哺乳动物的出现 98页
· 觅食 162页

三趾树懒极少来到地面上。尽管三趾树懒非常擅于游泳，但在陆地上树懒不得要领，用带爪的四肢缓慢行走。

特殊的生境。小生境使其比北方来的入侵者更适应周围环境。

食蚁兽

4 种食蚁兽和小食蚁兽(属食蚁科)生活在北到墨西哥南部和南到阿根廷北部的广大地区。所有的种类都没有牙齿，主要以蚂蚁和白蚁为食。其舌头又细又长，表面生满刺状突和粘液，用于捕获猎物——昆虫。前足的中趾生有又长又利的爪，用于撕开蚂蚁和白蚁的洞穴和进行自我防卫。食蚁兽用前足外侧和指关节走路，同时爪向内蜷。因此食蚁兽走路时姿势笨拙，但必要时，它还是能迅猛地行动起来。

大食蚁兽是最具特点的食蚁兽，它有又窄又长的鼻子，有厚厚的毛和毛茸茸的尾巴(见插图)。大食蚁兽生活在从开阔的草原到热带森林的广大地区，其嗅觉异常灵敏，使其能觅到大量的白蚁和蚂蚁。大食蚁兽在其栖息地内，为了避免其食物来源枯竭，它会短时间内轮流“光临”每一个蚁群。尽管大食蚁兽出生后不久就能独立活动，但它还是在母亲背上生活一年多时间，直到两岁成年时，才会脱离母亲完全独立生活。小食蚁兽生活在树上，形体较小，其尾能卷缠，身体下侧不生毛便于爬树。

树　懒

目前有两类树懒——3种三趾树懒(树懒科)和2种两趾树懒(大地懒科)，所有树懒都生活在中美洲和南美洲的热带雨林树上，主食树叶，头部浑圆，脸部扁平，后足各生五趾，前足各生两趾或三趾，每趾上都生有巨大的勾形爪便于抓牢树干。不像其他树栖哺乳动物，树懒吊在树上，很少下到地面上。树懒(像其他许多食草动物一样，见112页)：生有巨大的内含助消化的囊状胃。但是消化速度非常缓慢，食物从胃到肠可能需要一个月或更长的时间。

树懒的毛层很厚，底层毛短而密，表层毛长而粗。树懒的毛色通常呈淡绿色，其沟部的毛发长满蓝绿藻，为其提供了良好的伪装。大多数别的哺乳动物只有七块颈椎骨(长颈鹿也是如此)，而三趾树懒却生有八块或九块颈椎骨，这一特殊结构使其头部极其灵活。雌性树懒一次产一只小树懒。

犰　狳

南美洲和中美洲大部，美国南部和西印度部分地区生活着大约有20种犰狳(犰狳科)。其外观极其特别，头部和身体上生有角质盔甲。这层保护性覆盖呈一系列坚硬、结实的鳞板，表面有骨板，下面与弹性皮肤连接。犰狳甚至在尾巴和四肢的上部表面都生有鳞甲，腹部柔软多毛没有角质鳞片。除了这一防卫机能外，犰狳的一些种类，包括三绊犰狳在遇到危险时会蜷缩成一个球。犰狳善于掘土，前肢强壮，生有结实的爪，用前肢将土刨松，再用后肢将土踢开。

犰狳杂食，食无脊椎动物和植物，适应力强，栖息地域广大。普通长鼻犰狳成功地在美国东部地区安家。由于犰狳在耕地里掘土、觅食常常毁坏庄稼，因此成为当地一害。犰狳的繁殖系统很特殊，其怀孕期大约是四个月，不包括受精卵植入子宫壁这段时间，尽管交配在几个月之前就发生了，幼犰狳还是在春天食物充足时出生。长鼻犰狳通常产四胎。因为这四胎都由单一受精卵形成，所以都是同性。

穿山甲——鳞甲哺乳动物

在东半球也有相似的贫齿食蚁动物——即生活在非洲、印度、中国和东南亚的七种穿山甲或鳞甲食蚁兽(鳞甲目)。穿山甲无齿、鼻细，又长又粘的舌头可以自由伸进、专门以蚁和白蚁为食。大穿山甲的舌头约70厘米长(28英寸)，舌根经由一韧连接骨盆。穿山甲胸腔有一巨大腺体分泌唾液湿润舌头。吞到胃里的蚁和白蚁能立刻被胃内壁上的角质磨碎。

当穿山甲进食时，其狭窄的鼻孔，厚重的眼睑可保护其免受昆虫的攻击。其足部有力，爪子长且弯曲，便于穿山甲接近蚁群。像西半球的食蚁兽一样，穿山甲用前足外侧走路，爪子向内蜷曲，步态缓慢。当穿山甲光用后肢跑动时，速度极快，其长尾巴起到平衡作用。

穿山甲外形奇特。除了腹部的皮肤外，有一层重叠的角质鳞甲，这层与皮肤相连的鳞甲能保护全身。每一块鳞甲都可能脱落再生。为了防卫，穿山甲遇到危险时蜷缩成球状。有几种穿山甲善于爬树，两种非洲穿山甲栖息在树上，尾巴可以缠绕，使其栖身在树上。

穿山甲及其幼仔。

大象和蹄兔

最早的有蹄动物或有蹄哺乳动物出现在6500万年前的古新世。同期出现的还有一类被称作踝节目动物的未特化哺乳动物。这些有蹄动物是数量众多的大型食草类哺乳动物的始祖，包括现在的奇蹄和偶蹄有蹄动物(见110—116页)，并且还是非洲古生有蹄动物的祖先。5300万年前的始新世，这些非洲古生有蹄动物形成了4个不同的种类：长鼻目(包括大象)、蹄兔、海牛目(见142页)和由今天仅存的土豚为代表的动物。

主要的有蹄类动物样子都大不一样，但在解剖学上和生物化学上却有许多共同的特征。大象和蹄兔趾上生有又短又平的趾甲，而不是发达的蹄，并且都生有磨颊牙。

大象——陆地巨兽

大象是最大的陆生哺乳动物，也是寿命最长的动物(除了人类之外)。目前所发现的最大的大象是一头非洲象，重达10吨，肩高达4米(13英尺)。大象的庞大身体由4条柱子一样的粗腿所支撑，圆圆的肉垫似的蹄生有3—5个趾。肉垫似的蹄由弹性组织构成，可以减少大象大步行走时所产生的冲击力。大象皮肤上仅生有稀疏的毛发，没有其他哺乳动物的汗腺。因此大象需要用水或沙子经常洗澡才能保持良好的身体状况，防止生寄生虫。大象耳朵巨大，用来在炎热的天气里散发热量。

大象最具特色之处当属其柔韧、有力的长鼻子。长象鼻其实是鼻子和上嘴唇的延伸，鼻孔生在鼻子末端。象鼻尖端敏感灵巧，大象经常用其长鼻子卷起树叶和其他小东西。大象用鼻子搜集食物。当洗澡和饮水时，大象就用鼻子把水吸进来，然后再送到嘴里。象鼻还用于抚摸、欢迎、威胁其他大象，以及大声鸣叫，包括吼叫。

东非肯尼亚山上的岩蹄兔因不能有效地调节其体温，所以经常挤在一起晒太阳，尤其是在寒冷的黑夜之后的清晨。

大象的牙齿排列方式也很特殊。它们没有犬齿和下切齿。象牙是变异的巨大上切齿，伴随着大象终生不断地生长。象牙由坚硬的牙质组成，长达3.5米(11.5英尺)，重达110千克(212磅)或更重。象牙可用来挖掘树根，撬动树皮，而且是大象非常重要的武器，在求偶时起着炫耀作用。粗大高高隆起，可以磨碎粗糙的草木。颊牙从颌后部生出，随着不断生长向前突出，磨损时，推动前面的牙齿。大象不是反刍动物，但像马一样有一个巨大的盲肠(肠囊)，内有助消化的细菌发酵。大象主食草、树叶、根茎、树皮、花朵和水果，食量大得惊人，每天能吃150千克(330磅)的食物，喝掉100升(176品脱)的水。

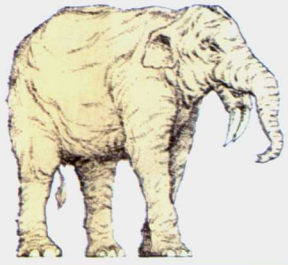
象群

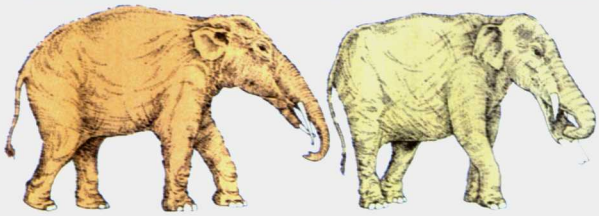
与其他诸多有蹄类哺乳动物一样，大象过着群居的生活。雌非洲象和雄非洲象不生活在一起。雌象生活在密切协作的群体里，这个群体由3—4只有血缘关系的成年母象和它们的小象组成，其中最年长的母象充当象群的头领。当小母象成熟时，它们会逐渐脱离原来的象群去组建新象群。成年公象独居或生活在一个较小的暂时性的未交配的群体中。大象的性成熟期是10岁。母象每3—4年怀孕一次，怀孕期约22个月左右，然后产下一头小象。大象的寿命是80年，但是在野生环境下只有极少数的象能活到30岁。大象之间的交流不仅依靠声音，还依靠触觉、嗅觉和视觉。大象除了由于愤怒、发怒、警觉时发出吼叫外，还会从喉部发出低频辘辘声(以前被误认为是从胃部发出的声音)。这种低频声可传到1公里远的地方，可能用于保持象群中成员间的联系。

非洲象居住在非洲撒哈拉沙漠以南的大部分地区的草原、林地和森林里。然而今天大多数非洲象都生活在保护区里。亚洲象或印度象形体较小，耳朵和象牙勾较小(母象生有尚未完全长成的象牙)，有多毛而突出的圆脑袋，曾经生活在从南亚

大象的起源

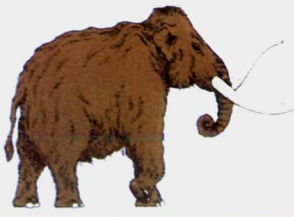
恐象属(下图)。恐象大约是在4000万年前从长鼻目分离出来形成的一支象属，其下颌部有向下生的奇特象牙。可能用于剥树皮。恐象分布在非洲和欧亚大陆的广大地区，其中一些一直生活到更新世时期(1600万—10万年前)。





嵌齿象属。约在3400万年前的渐新世早期，出现了最早的嵌齿象，即食草乳齿象。在2300万—530万年前的中新世，嵌齿象生活地域极其广大，是最主要的大型哺乳动物。之后逐渐被真正的大象所代替，但仍有一些残存的嵌齿象一直生活到目前这个时代，一种南美嵌齿象一直生活到公元200—400年才灭绝。

变齿象属。进化到后期，嵌齿象的下颌生出可能用来掘植物根茎或给植物浇水用的铲状长牙。其中一个例子就是生活在约1000万年前中新世后期的北美的变齿象。



毛象(变异猛犸属)。与现代大象有很近的亲缘关系。猛犸象生活在1600万年前的更新世的非洲、欧亚大陆和美洲的广大地区。毛象是其中一种形体较小的猛犸象，尤其适应欧亚大陆北部和北美的亚北极地区的苔原地带的冰冻气候条件。大约在1万年前由于气候的变化和人类的捕杀，毛象灭绝了。

的喜马拉雅山以南到中国北部的广大地区的森林里，然而今天仅分布在印度次大陆、东南亚和中国南部的极其有限的部分地区，生存在野生环境中的亚洲象数量极少。

大象和人类

几千年来亚洲象与人类一直保持着特殊的关系。据记载，至少在5500年前的印度河谷，亚洲象就被驯化成驮兽。从那之后又被广泛应用于农业和林业上。因为大象很难在樊笼生活状态下繁殖，所以从未真正成为驯化动物。在发情期，公象进入狂暴状态，连续2—3个月，公象伴随着腺体的分泌产生大量的雄性激素，表现出很强的性行为。在樊笼生活状态下，大象这时变得极具攻击性并且难以控制。多数捕获后经过训练的大象从野外被捕获时是幼象。今天驯化象仍被用于典礼和作为财富和地位的象征。大象还在宗教和传说中占重要地位，尤其是在远东的文化中。非洲象同样也被驯化用作劳动工具，但不如亚洲象那样使用广泛。人类使用大象的最著名的例子是2000多年前迦太基首领汗尼拔把大象用在与罗马人的战争中。

人与大象建立了特殊关系，但具讽刺意义的是，同样是人类，为获得象牙而过度捕杀大象又使大象处于灭绝的边缘。对象牙的需求和象牙高昂的价格驱使人们进行偷猎。尽管采取了大量保护措施，偷猎现象还是存在，造成了大象数量大大减少，致使非洲象和亚洲象都濒临灭绝。当大象栖息在国家公园和保护地的有限地区时，它们又面临着别的问题。大象为了满足其巨大的食物需求量，毁坏大片的栖息地，推倒树木和灌木并将之连根拔出。随着大象数量的增多，问题也随之变得更为严重，尤其是在半干旱地区。大多数非洲象都生活在半干旱地区。假如不加以控制，大象的这一毁坏行为将导致食物减少而造成大象慢慢饿死。所以针对这一问题有些地区采取了把老弱大象挑出来杀掉的措施。

蹄　兔

蹄兔是与兔子差不多大小的小型啮齿类哺乳动物。身体强壮，浑身长满厚厚的棕色皮毛和短小的尾巴，背上生有突起的香腺，可能是用于传递信息。四肢短而结实，前足分四趾，生有扁平的趾甲，像小蹄子一样。后足分三趾，其中一趾生有又长又弯的爪。足部有裸露的肉垫，通过分泌物来保持湿润。足部有特殊的肌肉组织使脚掌中部自由伸缩，并像吸盘一样使足部有强壮的握力，这对于长时间在岩石和灌木丛中攀爬、跳跃的动物来说是一个极其有用的适应性变化。

蹄兔鼻子短，上唇有一道裂缝，向下伸出一双不断生长的又长又利的切齿。与其他食草动物一样，蹄兔的切齿和颊齿之间有一道缝。蹄兔没有反刍现象，肠里的细菌帮助完成消化。蹄兔能在缺水和食物相对稀少的干旱地区生存。正是对低能量食物的适应，蹄兔的新陈代谢率才很低。因此造成了蹄兔不能像多数哺乳动物一样有效地控制体温，只能通过活动来提高体温(见插图)。

蹄兔分布在非洲和中东的广阔地区，栖息在岩石的露头处，谨慎地出来到附近寻觅草和其他植物。蹄兔喜群居，常常上百只或更多生活在一起，虽然基本群体只包括一只地盘性公兔，几只母兔和它们的幼仔。森林地区人们发现了3种蹄兔，它们擅于攀爬，通常在树上觅食。它们通常单独行动，三两只生活在一起。

仅从外表看，你或许很难想象蹄兔(及土豚)与大象有最近的亲缘关系。正如大象一样，蹄兔是有蹄类动物，其祖先是从主要的有蹄类动物分离出来的一个独特的目，蹄兔目。蹄兔一度生活在非洲和地中海东面，种类繁多，不像今天的蹄兔形体较小，只有11种，有些古生蹄兔体大如猪。2300万年前的中新世，蹄兔数量骤减，那时诸如牛和羚羊等偶蹄动物数量不断增加。

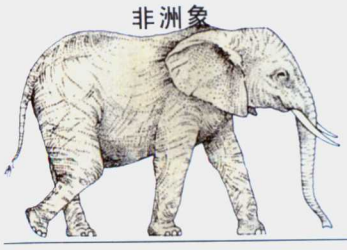
土　豚

土豚是一种非常奇特的哺乳动物，大小和外形像猪，长着长长的管状鼻和长耳朵，粗壮的身体上长着稀疏的浅灰色硬毛，尾部强有力，腿特别短，4—5个趾上生有用于刨土的巨大钝爪。土豚用其又长又粘的舌头捕食蚂蚁和白蚁，长着钉状颊齿，但无前齿。土豚生活在非洲撒哈拉沙漠以南的草原，低矮丛林和开阔林地里，喜夜间单独活动，人们很少见到土豚，但是从它们的刨土行为能发现其踪迹。土豚非常善于挖洞。它能在觅食时挖掘蚂蚁堆，同时挖出藏身的巨大洞穴。

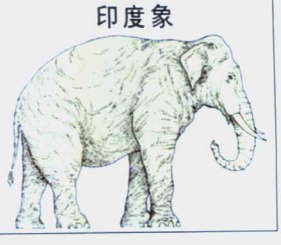
尽管土豚和其他食蚁兽极其相像，但是它们却没有亲缘关系，它们的相似之处是进化的集中体现(见16页)。土豚几乎可以被称作活化石，是在5000万年前的一种早期有蹄动物的分支进化而来的惟一幸存者，同时这种早期有蹄动物也是大象、蹄兔和海牛的祖先。非常奇怪的是根据分子迹象表明，土豚与大象是亲缘关系最近的动物(见98—101页)，但是它们是远亲，所以土豚分属一个独立的目，即管齿目。

生存到今天的两种大象是长鼻目动物仅存的两种。长鼻目动物曾经在除澳洲和南极洲外的每个洲生活，种类多达350种。长鼻目动物的起源可以追溯到5300万年前的始新世早期。最早的长鼻目动物是体形较小的食草动物，外表与獏极为相似。接下来的5000万年，有鼻目动物居住在从苔原到热带雨林的广大的各种不同栖息地上，在这段时期里，长鼻目动物演化出今天的大象最具特色的特征——巨大的体型、长长的象牙和象鼻。在这一漫长的进化过程中，长鼻目动物还有一些在这些特征上的奇怪变异。

非洲象



印度象



参见
· 哺乳动物的出现 98—101页
· 热带草原 202页

马、犀牛和貘

奇蹄目包括16种奇蹄有蹄动物，可分为3科奇蹄动物，包括马、驴和斑马、貘和犀牛。除了森林里生活的貘之外，全都是食草动物。它们生活在开阔的草原，善于快速奔跑，主要以草为食。

白犀牛是最大的犀牛，也是惟一真正的食草动物。它生有一个奇特的方形唇用来啃草和灌木。与白犀牛极不相称的名字事实上来源于一个南非荷兰语词用来描述它的“宽阔的”唇的讹误。

今天，尽管驯化的马和驴已被引进到其他地区并在当地形成了一定数量的野生马和驴，马、驴和斑马及犀牛的自然生长区域还是局限在非洲和亚洲，貘仅生活在东南亚、南美洲和中美洲。马科动物极喜群居，生活在大大小小的群体之内。自从马和驴被驯服后，长期被用作重要的驮兽和交通工具。

一般特征

所有的奇蹄类动物都是用中趾来支撑身体重量的。中(第三)趾是最长的趾，肢体的中心轴穿过该趾。马每只足的中趾，犀牛每只足的三个有蹄趾，貘前蹄的四个趾和后蹄的三个趾用来支撑身体重量。这些哺乳动物的其他趾只剩下一点痕迹。现有的奇蹄类动物中，只有犀牛有角。角生在鼻子上的小骨质突上，由致密的毛发组成。

不像偶蹄类动物(见方框，112页)，奇蹄类动物不反刍，所以胃部小，结构简单。尽管奇蹄动物的消化过程是由细菌发酵完成，但是其消化过程是在盲肠(阑尾)和后肠里完成的，而不是在胃部完成的。因为奇蹄动物所吃食物在消化系统里停留的时间不如偶蹄动物所吃食物在消化系统里停留的时间长，所以不能将食物充分消化。

与偶蹄动物相比，奇蹄动物不是很依赖气味进行交流，也没有相同的香腺。它们更多地用声音和面部表情。这在其社群交往中起着重要作用。

今天幸存的奇蹄动物仅是曾经一度分布广泛繁荣生长的哺乳动物的一部分。这些哺乳动物或许是约在5500万年前的古新世晚期的北美地区进化而来，4000万年前的始新世中期达到鼎盛阶段时成为当时的主要有蹄哺乳动物，后来由于气候温暖、草木茂盛的环境(适于大量生活在森林的吃草动物生存)变成了较干燥、开阔的环境。在这种干燥开阔的环境下，为啃食牧草和逃脱捕食者，需要动物形成特殊的适应性变化。

有蹄哺乳动物

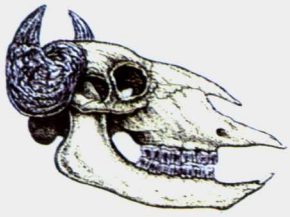
在进化过程中，一些哺乳动物为了适应跑动时的速度和耐力的需要，其爪子发生了适应性变化，形成了蹄子。这类动物因这一与其他动物的基本不同之处而被统称为有蹄动物，包括马、猪、骆驼、鹿和牛。典型的有蹄动物体形大，陆栖，草食，用趾尖走路同时脚后跟离地。脚趾数量减少，每个趾尖变圆，表面有一层坚硬的保护肮(其毛发和趾甲也有相同的保护肮)。足内生的肉垫吸收了有蹄动物大步行走时所产生的冲击力。

现有的有蹄哺乳动物根据其蹄的数目分为两目：偶蹄目动物(见112—117页)和奇蹄目动物。两目有蹄动物都是从约6000万年前的古新世纪的有蹄祖先分离进化而来。

尽管有蹄动物的身体形态有所不同，从体态健壮的马和羚羊到笨重的河马和犀牛，但所有的有蹄动物都有马一样的躯干，容纳食物的巨大的胃，几乎一样长的四肢，与颈平行的高高仰起的长形的头，皮肤厚，生有硬毛。有蹄动物的嗅觉和听觉都很好，耳朵可以旋转测定声音的方向。眼睛大，在白天和黑夜视力都很好，分开生在头的两侧，因此视野开阔，并且视力较好。

有蹄动物为了吃草和树叶经历了许多适应性的变化。有蹄动物无法用足采集食物，必须从植物上直接摘取食物。为了采集食物，有蹄动物生有灵活敏感的唇，长且灵活的舌。与水果和种子不同，有蹄动物所食用的树叶和树干坚硬且含纤维质，难以消化。颊齿巨大，突出的磨面将食物在进入消化系统前磨碎。为了适应磨碎食物的需要，颌部的肌肉系统和分节表面使下颌能进行从左到右的运动，而不是其他哺乳动物典型的颌部垂直运动。在门齿和颊齿之间有一条缝隙(齿隙)。齿隙使有蹄动物在咀嚼长的草和树干时要容易一些。

虽然奇蹄动物和偶蹄动物的消化系统实际上并不相同，但所有的有蹄动物都有长长的肠、巨大的胃和盲肠(阑尾)。在细菌发酵(见112页和169页)的作用下，这些器官最大限度地消化食物。抵抗食物消化的一个结果就是有蹄动物必须吃大量的食物，因此这些食草动物在它们醒着的时候多数都在进食。



美洲野牛的颅骨。

犀　牛

犀牛(犀牛科)身体庞大，四肢短粗强壮，头部硕大，鼻上有结构简单的角。犀牛角不像牛角，是由致密的毛发纤维组成，皮肤实际上不生毛发。眼睛比较小，两眼距离很宽，生在头的两侧，视力微弱。然而犀牛的嗅觉非常灵敏。尽管白犀牛喜群居，犀牛基本上还是独居动物。

今天幸存的最大的犀牛就是白犀牛，体重超过3.5吨，肩高达2米(6.5英尺)，食草，用其方唇啃草。其他种类的非洲犀牛、黑犀牛主要食草，上唇尖，适于从灌木上采摘树叶和嫩枝。两种犀牛鼻上都生角，曾生活在撒哈拉沙漠以南的热带大草原和林地。但是无节制的滥捕滥杀使它们的数量急剧减少。因

巴西貘

马来西亚貘

此，今天只剩下为数不多的分布散落的犀牛。这些非洲黑白犀牛多数都囿于国家公园和保护区里，都处于灭绝的边缘。

还有3种亚洲犀牛，食草，尖尖的上唇。其中最大的是印度犀牛，身高与白犀牛相近，但体形稍小。其皮肤在各关节处以特殊的方式重叠，使它看起来像穿了一套铠甲。生有一个角。爪哇犀牛与印度犀牛很像，只是体形更小些，也是世界上濒临灭绝威胁最严重的哺乳动物之一(见方框)。最小的犀牛是苏门答腊犀牛，食草。与其他犀牛不同的是，苏门答腊犀牛皮肤上生着一层硬毛，总是成对地出现。同爪哇犀牛一样，苏门答腊犀牛的数量也在急剧减少，濒临灭绝。

马、驴和斑马

马、驴和斑马(马科)是跑动迅速的有蹄动物，头、颈均长，四肢细长，尾部长，颈部覆着一层硬马鬃。马和驴毛色呈淡棕或淡灰色，斑马生有引人注目的黑白相间条纹。它们都群居生活在草原和半干旱地区，食草。

蒙古和中国新疆的普氏野马矮且粗壮，毛色呈暗褐色，是当今存活的惟一真正的野马。虽然自从1958年以来就不曾在野外见过普氏野马，但是在动物园里还是很常见的。人们认为现代家马的祖先是曾经生活在东南欧无树林的大平原的灰色矮种欧洲野马，但是这种野马现在已经灭绝。非洲野驴(驴的祖先)和亚洲野驴数量少，濒临灭绝。撒哈拉以南曾经生活过4种斑马。普通斑马(伯氏斑马)在东非和南非很常见，但是山斑马和细纹斑马的数量急剧减少。白氏斑马(产于非洲最南端)，仅在头部、颈部和身体前四分之一部有黑白相间的条纹。白化斑马在19世纪80年代就灭绝了。

大约在5000万年前始新世进化而来了最早的类马哺乳动物，如马鹿。这种动物体态小，如狗一般大小，生活在森林里，生有简单的齿，没有现代马的珐琅质磨脊，食树叶，前足生四趾，后足生三趾，没有形成坚硬的蹄。在中新世(2300万—530万年前)气候变得干燥，森林变成了大片的草原，马科动物根据特殊方式演化出许多新的形态。它们形体变大，牙齿得到改进，足部行动迅速，趾的数量继续减少。从3000万年前的渐新世中期，马科动物仅靠中趾和韧带来支撑身体。

貘

貘是最古老的哺乳动物之一，现存4种，其中3种生活在南美洲和中美洲，另一种生活在东南亚。貘栖息在森林里，身体强壮，适于穿梭于浓密的下层丛林。貘最突出的特点是敏感，有伸缩自如的短鼻或吻(由鼻和上唇延伸形成)。貘用其短鼻在森林里又嗅又闻寻找食物，并用鼻将植物摘下送入口中。貘主要啃食嫩枝、树叶、蓓蕾、水果和草。

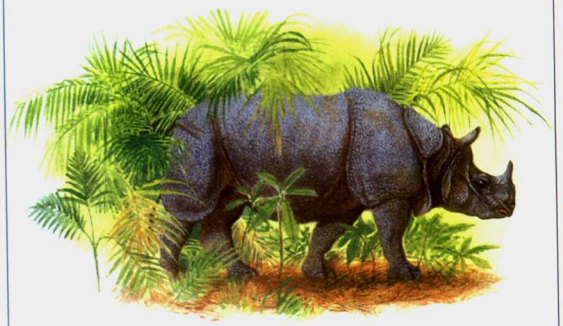
貘擅长游泳，并且从不会离水太远，一旦遇到危险，貘通常会退到水里并浸在水中呆上几分钟。喜欢独居夜间出来活动的貘易受惊，因此很难对它进行仔细研究。最大的貘——马来貘——体长2.5米(8.25英尺)，体色黑白相间，在多荫的树林里起到保护色的作用。其他种类的貘，尽管幼貘有斑点和条纹，但成年貘的体色均一。

参见

- 哺乳动物的出现 98页
- 偶蹄动物 112—117页
- 身势语(方框) 154页

对犀牛的威胁

虽然对犀牛的天然栖息地的破坏对威胁犀牛生命起着重要作用，但是对于犀牛生存的主要威胁还是来自人们为了犀牛角而对它们进行的捕杀。在亚洲犀牛角很珍贵，几百年来人们认为犀牛角有药用和激发性欲作用。然而这点从未被证实过。这种观念促使对犀牛角粉的更大需求以及其商业价值提高。不幸的是，产量越少，价格就越高。尽管采取了很多保护措施，犀牛偷猎者还是为了高额利润猎杀犀牛。



爪哇犀牛，世界上濒临最严重的灭绝威胁的哺乳动物之一。爪哇犀牛曾经栖息在东南亚广阔的地区，现在亚洲大陆剩下了几只零散的爪哇犀牛，爪哇保护区也仅有数量很少的爪哇犀牛。由于爪哇犀牛栖息地被大规模地破坏，这种动物似乎注定要灭绝。

猪、西貒和河马

猪、西貒和河马是仅有的不将反刍作为部分消化过程的偶蹄动物(见方框)。猪的胃结构相对比较简单，有两个腔室，而河马则有一个结构相当复杂的含三个腔室的胃。

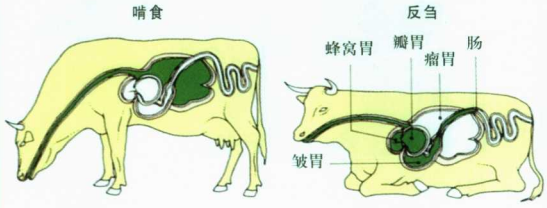
至少就猪和西貒而言，这种相对普通的胃多少能反映其食物构成的多样性。与其他绝对意义上的食草类偶蹄动物不同，猪、西貒和河马将会根据实际情况选择各种动植物为食。

猪

现有8种猪属野猪科。野猪科动物广泛分布在东半球。猪属偶蹄动物，体格健壮，颈短头长，皮厚、毛硬稀疏。每只足各生四趾。有些公猪的颈脊上生有硬鬃。成年猪毛色均一，而许多幼猪大都有条纹。猪最显著的特征是其强健柔韧的长鼻子。猪的长鼻子由一块骨头支撑，末端是生有鼻孔的硬圆盘，用来掘土，嗅出根茎、种子、水果和菌类，并以之为食。猪主要栖息在树林或森林里，以植物、无脊椎动物，甚至森林里所找到的动物尸体的腐肉为食。野猪犬齿发达，公猪犬齿长成弯曲的长牙。猪的又利又尖的长牙终生不断生长，是其致命的武器。

野猪是家猪的祖先。尽管多数种类的成年猪毛色均一，但幼猪通常有条纹。幼猪身上的条纹为其在树林和森林的栖息地的斑驳的光线下提供了保护伪装。

偶蹄动物



偶蹄目动物在现存哺乳动物中种类最多，共有约200种生活在除了澳大利亚和南极洲以外各个大洲的自然栖息地里。偶蹄类动物包括人们熟悉的动物，例如猪、牛、羊、鹿和羚羊，其数量大大超过了奇蹄动物(见110—111页)。在许多陆地栖息地偶蹄动物是主要的食草动物，它们对其生活的环境和植物群落的形成起着主要作用。偶蹄类动物对人类非常重要——人类最初为了食物和皮革捕猎偶蹄类动物，后来将它们驯化。

像奇蹄动物一样，偶蹄动物通常是大型哺乳动物，巨大的胃用于存放它们所吃的大量的草本食物，头大，颌长，生有一排磨牙，以及为速度和耐力而生的细长腿。每只足生二或四趾，承受身体重量。肢体的中心线通过第三和第四趾。这就形成了典型的半圆型“分趾”蹄。其余的趾缩小或退化，并不着地。所有的偶蹄类动物都丧失了第一趾。

偶蹄动物的一个显著特征就是上门牙数量减少甚至完全丧失(见插图，110页)。原来生上门牙的地方生出的是与下门牙相对的坚硬骨质垫。许多偶蹄动物的犬齿也丧失或数量减少，但是诸如猪等偶蹄动物犬齿演变成了巨大的长牙。还有许多偶蹄动物头上生角。

偶蹄动物的另一个特点是反刍。除了猪、西貒和河马之外，所有的偶蹄动物都反刍。这是为了最大限度的消化它们所吃的坚韧的植物。因为反刍的缘故，所有偶蹄动物都有一个复杂的多腔室并包含一个发酵腔室(瘤胃)的胃。瘤胃内含分解食物的细菌。食物经稍许咀嚼后吞下，并贮藏在瘤胃中。因此这些动物可以很快地将其所需的大量食物吞下，然后在安全空闲时消化。食物在胃里经湿润软化后易于细菌消化。这种被部分消化的植物，被称为“反刍的食物”。经反刍后的食物再次少量地送回嘴里，由磨牙咀嚼后与唾液混合。经再次咀嚼后的食物再次被吞下，通过瘤胃进入胃部的其他腔室，在酸和消化酶的作用下进一步消化，在反刍和消化过程中伴随着打嗝和放屁能释放出气体。食易消化的肉的食肉动物仅需几小时来消化，而这些食草动物的消化和通过肠道吸收营养过程需要几天时间。

因为偶蹄动物的骨头巨大结实不易腐烂，它们的骨头形成的优良化石记载了5000万年前始新世的所有哺乳动物的演化过程，奇蹄动物主要是在北美演化广泛栖息，而偶蹄动物主要生活在旧大陆。典型的偶蹄动物原先每只足生四趾，全副牙齿，不具有角，有结构简单的非反刍胃。只是在后来趾和齿的数量减少才形成了复杂的多腔室胃。

与奇蹄动物一样，偶蹄动物也是典型的群居动物。但是与奇蹄动物不同的是它们在脚和脸上生有一系列香腺，通过香腺所发出的气味保持联系是其社群生活的一个组成部分。

尽管疣猪和野猪是一大群生活在一起，但是猪一般是4—6只成群生活，靠尖叫、呼噜和反复不断的吱吱叫声等声音进行相互交流。猪的繁殖率极高，公猪能产生大量的精子，母猪每年能产仔两次或更多。每次生下六只或更多的猪仔。人们已经利用猪的这个特点，投资饲养家猪。家猪通常每次产的猪仔数量更多。家猪的体形比其野生的同类和其祖先——野猪更大，生有一条卷曲的尾巴，少许短粗硬毛。

野猪曾在欧洲大陆广大地区生活。曾一度在英国很常见，17世纪由于猎杀，野猪灭绝。同样的情况在北非也发生过，但是在撒哈拉以南又重新繁衍出三种猪。在这些种类中，最常见的是疣猪。人们之所以称这种猪为疣猪是因为它在脸上生有疣状赘生物。这种猪在非洲大陆大部分地区生活，主要栖息在林木丛生的亚热带草原上。非洲薮猪，又称红河猪，生活在非洲大陆、马达加斯加岛和科摩罗群岛。也许是人类将它们带到那里去的。中非、东非和西非的部分地区生活着体形巨大的林猪，但却鲜为人知。实际上，直到1904年人们才对薮猪有科学性的描述。

最小的猪是生活在喜马拉雅山山麓丘陵的倭猪。成年倭猪身长仅有50厘米(20英寸)，由于其栖息地遭到严重破坏，面临着灭绝危险。生活在苏拉威西岛和其他印度尼西亚岛的东南亚疣猪也濒临灭绝的危险。相反，家猪被引进到许多地区，它们又在当地野生，数量不断增加。它们翻拱植被土壤，威胁着当地的特有物种，因而成了破坏栖息地的罪魁祸首。

西　貒

正如猪生活在东半球一样，3种西貒主要生活在中美洲。西貒的外形和习性与猪类似，只是体态稍小。每只足只有两趾着地，犬齿发达向下生，与猪向下生的犬齿相比稍小。西貒在臀部，即尾部前面生有一个香腺。当其兴奋时，香腺会分泌麝香味分泌物。西貒喜群居，每群多达100只。当有天敌出现时，将会全体一起出动加以抵挡。20世纪70年代人们在玻利维亚的格兰查科、巴拉圭和阿根廷北部发现完整的格兰查科西貒化石标本之前，只找到过其化石的残骸。

河　马

现在非洲有2种河马。普通河马是仅次于大象的最重陆生哺乳动物之一，大小如白犀牛，体重达4.5吨。普通河马水陆两栖，每天天热时浸入河湖中休息，夜间从水里出来吃草。眼睛高高地生在头上，当它进到水里后，眼睛还能保持在水面上。鼻孔生在鼻子末端，可以闭合。表皮呈灰色，几乎不生毛发，毛孔分泌淡粉色的粘稠油质。分泌物的颜色使人们以为河马在“出血”，但是实际上河马分泌物质是为了保护和湿润皮肤。

河马的祖先生活在非洲和欧亚大陆。普通河马曾经生活在尼罗河三角洲，但是由于过度捕杀和栖息地遭到破坏，河马的自然栖息地范围大大地缩小。但其数量并没减少，在赞比亚河边生活着大群河马。矮河马仅生活在西非，形体较小，重量仅有225千克(500磅)，不像有亲缘关系的形体较大的河马，矮河马非水生，不喜群居。

参见
- 哺乳动物的出现　98页
- 有蹄哺乳动物(方框)　110页
- 其他偶蹄动物　114—117页

河马是两栖动物，天热时浸泡在水中避免水分过度丧失，夜间才出来吃草。河马擅长游泳，甚至能在河底和湖底行走。

牛、绵羊、羚羊及其亲缘动物

牛、绵羊、山羊、羚羊和小羚羊是品种繁多的一类偶蹄动物(见112页)，包括约128种牛科动物，它们广泛地分布在欧亚大陆和北美洲，但是非洲和中东的牛科动物最有代表性。为了适应不同的栖息地环境，牛科动物形成许多特别饮食习惯及适应性变化。牛科动物都反刍，具有偶蹄动物进化的最高级的四腔室胃。

许多牛科动物是对人类很重要的家畜。几千年来，尽管对人类有着极其重要的作用，大量的牛、绵羊和山羊等家畜还是经常破坏野生物种和自然生态平衡（见方框，112页）。

一般特征

牛科动物形体大小各异，有毛色油亮的小羚羊，有体形硕大的野牛和水牛。生活在区域广泛的栖息地里，包括炎热的半干旱沙漠带草原和温带草原，寒冷的北极冻土地带。诸如山羊和绵羊等牛科动物居住在多岩石的山区。每只足只有两趾用于行走，其他的趾要么退化，要么丧失。所有的成年雄性牛科动物(和一些成年雌性牛科动物)具有角。角生在头颅上，内有骨核，表面有一层骨质物质以及结构简单的无枝角，不脱落。所有的牛科动物都是食草动物，或在草原上或在树林里吃草。它们用能缠绕的长舌把草送进嘴里，用下门牙将草磨碎。多数牛科动物都大群群居。物种多样的牛科动物共有5个亚科。

牛

牛亚科包括牛、野牛、水牛、大多数体形较大的牛科动物和诸如非洲旋角大羚羊、柴羚羊和南非林羚等旋角羚羊。许多种类的牛生活在530万—160万年前上新世的欧亚大陆的开阔平原上，但是由于天气的变化和人类不断地捕杀，许多都已灭绝，包括家牛的祖先古代欧洲野牛。今天，诸如后来被驯化的印度野牛、爪哇野牛和林牛等物种在野外也很少见到了。在远东，水牛和(在较小程度上)牦牛也是非常重要的家畜，人们不仅把它们用作驮兽而且是牛奶、牛肉、皮革和其他产品的重要来源。

在肯尼亚，一群非洲水牛聚集在一处水眼周围。这些健壮而庞大的动物有很强的适应环境能力，但它们必须生活在离水源近的地方，因为它们要饮用大量的水，并且喜好在水中或泥中休息。

牛的听觉和视觉很灵敏。尽管家牛(和西班牙斗牛)的视力敏锐，但是恰恰与人们通常的看法相反，它不能辨认红色。牛的嗅觉很发达，同时也是其交流的重要方式。印度野牛和爪哇野牛等生活在森林里的牛组成小型群体，生活在较开阔的栖息地里的美洲和欧洲野牛10—20头牛组成较大的群体，而非洲野牛群常常有100头以上。一些物种曾经数量众多，直到近代(见232页)约有4000万—6000万头野牛生活在北美，一直到1900年在喜马拉雅山区还生活着大群的野牦牛，但是所有这些野牛都因家牛与它们争夺草地而逐渐被家牛所代替。

寒冷的气候对牛来说并不是问题，因为牛不仅形体庞大，

中非和西非旋角大羚羊是最大的羚羊，有的重量超过900千克(1984磅)，肩高达1.8米(6英尺)。最小的羚羊是生活在西非森林中的羚羊，重量仅有3—3.6千克(7—8磅)，肩高只有25厘米(10英寸)。

家养牛科动物

多数家牛的祖先是古代欧洲野牛(原始牛)。古代欧洲野牛曾经生活在欧洲和亚洲，长着巨大的角，属偶蹄类动物。到了中世纪，大多数地区的古代欧洲野牛都灭绝，1627年最后一头古代欧洲野牛在波兰被猎杀。牛约在8000年前被驯化，但是有一些家牛，例如苏格兰高地牛、西班牙斗牛在体格和行为上仍很像其祖先。瘤牛长着富有特色的肉峰，也属原始牛。瘤牛起源于印度，因其耐热，不生虱虱和寄生虫，在热带地区特别有价值。

有证据表明绵羊的祖先是与摩弗伦羊相似的一种野生动物，1.5万年前在地中海东面被驯化。由于选择性繁殖，家羊生有厚厚的羊毛，而野羊就不具厚厚的羊毛。今天全世界共有800多种家羊。

山羊或许是在8500年前由栖息在近东和中东的广大地区的克里特野山羊在东南亚被驯化。山羊在许多第三世界国家的农村经济中起着重要作用。家山羊和野山羊能吃所有的植物，因此它们具有很大的破坏性。山羊数量之多、分布之广，对许多易被破坏的栖息地造成了很大的威胁。

同时在消化食物的过程中进行的发酵作用产生“集中供暖”。瘤胃内的酶温度达40℃(104° F)，所以即使在−14℃(7° F)的温度下，牛也很少为了产生额外的热量而战栗。寒冷地区的野牛有一层厚厚的皮毛，其毛缘极长，而热带地区的野牛为了散发热量只生短毛和垂皮。

绵羊和山羊

绵羊、山羊以及其亲缘动物塔尔羊、扭角羚羚和斑羚同属山羊亚科。山羊亚科动物能适应各种恶劣的气候条件。例如巴巴里绵羊适应在沙漠中生活，而麝牛适应极地冻土带的气候条件。其他山羊亚科动物，如山羊、小羚羊、巨角塔尔羊和塔尔羊能在各种地势条件下生活，它们通常居住在山区并在高高的悬崖上觅食。所有的山羊亚科动物都有一层又厚又长的羊毛，奇特的长弯角，尤其是雄性的长弯角发达，用于自卫和为争夺雌性而打斗。因为它们能在艰苦的条件下生存，能产肉、奶、羊毛和皮革，所以作为家畜极有价值。

羚　羊

除了旋角羚羊(见上文)和小羚羊(见下文)外，大多数羚羊类牛科动物属于食草羚羊亚科(包括大羚羊、水羚羊、非洲水羚和牛羚)和羚羊亚科(包括形体较小的瞪羚和黑斑羚)。这两个亚科包括的许多物种，均体态健美，腿长，善跑，大多生活在非洲、中东、印度和中国的草原和树林里。一些物种如水羚羊和旋角羚适应干旱地区的生活，长时间不饮水也能生存下来。另一些物种适应生活在多水的草原，包括非洲水羚和驴羚。它们善于游水，在湖边吃草和芦苇。泽羚生有外张的长蹄，适于其在沼泽地自如行走。

东非和西非的开阔草原上栖息着大群的牛羚。牛羚喜吃矮小的草，在缺乏食物和水的季节，牛羚和许多其他羚都迁徙到食物和水充足的地方(见171页)。另一种不怕人的非洲羚羊是黑斑羚，喜群居，每群通常有100多只，食各种植物，生活在植被茂盛的开阔草原上。最稀有的羚羊是干旱的阿拉伯后半岛的阿拉伯大羚羊。阿拉伯大羚羊体态健美，身体呈白色，四肢和面部花斑呈黑色，具有又直又尖的长角，1972年由于捕猎而灭绝。然而在阿曼实施了一项捕获繁殖计划，将人工繁殖的阿拉伯大羚羊放回野生状态，对放到野生环境中的阿拉伯大羚羊采取了严格的保护措施，从而使其重新繁荣起来。

小羚羊(小羚羊亚科)个头小，是生活在非洲森林和灌木丛的羚羊类牛科动物。不像大多数牛科动物，小羚羊不喜群居，成对或独自生活，单配。小羚羊的两只眼睛下面各有一个特别大的香腺，这是与其他羚羊的不同之处。香腺用于指明目标和提示其他动物，但是其确切作用却鲜为人知。

参见

- 哺乳动物的出现　98页
- 有蹄哺乳动物(方框)　110页
- 偶蹄动物(方框)　112页
- 其他偶蹄动物　112—116页
- 领地、交配和社会组织　156页
- 迁徙　170页

骆驼及其亲缘动物

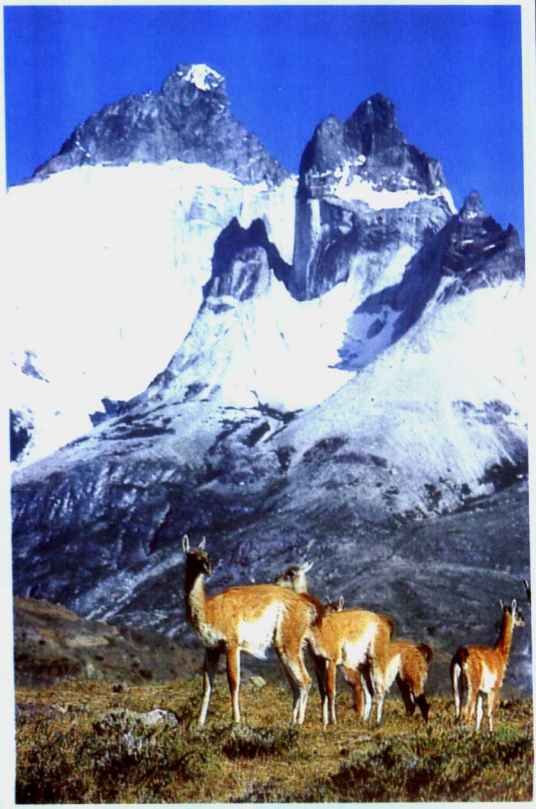
当今驼科仅有6种偶蹄动物(见112页)，包括东半球的骆驼、南美野生驼和亚美利亚驼，都具细长颈，头小，鼻细和裂开的上唇，每只足仅生两趾，都适应生活在干旱或者半干旱平原、草原和沙漠。

驼科动物只有三腔室胃，而不像鹿、绵羊和牛等其他反刍动物有四腔室胃。驼科动物的消化腺在瘤胃的特殊液囊内。驼科动物的另一个特点(也是其区别其他哺乳动物之处)是红血球椭圆而非圆形。椭圆形红血球能防止骆驼在体温升高时血液变浓。

东半球骆驼是最高的偶蹄动物。单峰阿拉伯驼肩高达2.4米(8英尺)，比双峰驼稍大。单峰驼是北非和中东的土生动物，但是今天只有驯化单峰驼。澳大利亚野骆驼的祖先是引进的单峰驼。中亚的双峰驼已被驯化，现在只有在蒙古和中国西部荒凉的沙漠地区才有野生骆驼。

单峰和双峰骆驼极其能适应沙漠生活。每只足的两趾由一块硬的蹼状爪垫相连(所有的骆驼都是如此)。这个蹼状组织能使足张开，防止骆驼沉入柔软的沙里。浓密的长睫毛使骆驼的大眼睛免遭风沙，鼻孔可以闭合。与通常的看法相反，驼峰并非用于储水而是由脂肪组织构成，当食物匮乏时可以提供能量。骆驼能长时间地行走而不用饮水(干活时可以一周左右不饮水，其他时间可以几个月不饮水)，而且有许多适应性变化以助存储水分。在白天周围温度增高时，骆驼在体内慢慢积蓄热量，在夜间寒冷的时候消耗白天积蓄的热量。骆驼的厚毛能够限制因蒸发而导致的水分丧失，其汗腺较少，只有当外界温度达到40℃(104° F)时才出汗。肾功能良好能确保尿中的水分保持在最小值。骆驼能在丧失其体重40%的水分的情况下生存下来，并且不会对骆驼带来任何伤害。当有机会时，骆驼在很短时间之内能饮大量的水，实际上在几分钟之内能饮100多升水。若是其他哺乳动物饮同量的水则会产生水中毒的严重生理问题。

南美的驼科有4个物种：南美野生驼、骆马、亚美利亚驼和羊驼，都是由南美野生驼进化而来，但是南美野生驼同时也是一个独立的物种。南美野生驼是体形相对较小、腿细的驼类哺乳动物，食草，毛发柔软馨曲，价值很高。南美野生驼和骆马生活在小群体里，通常有一只雄驼、几只雌驼和其幼驼，其他的雄驼组成单身群体。这两种骆驼都适应生活在高海拔、险峻多岩的安第斯山脉。大约4500年以来，在这一地区人们将驯养亚美利亚驼用作驮兽，因其产驼毛、肉和奶，所以对印加区的经济起着非常重要的作用。



智利佩因国家公园中的美洲驼。

鹿、长颈鹿和叉角羚

鹿科有约38种鹿，广泛分布在欧亚、北非、北美、南美以及许多大陆岛的栖息地，包括赤鹿、黄鹿、梅花鹿、狍、黑尾鹿、美洲赤鹿、麋和驯鹿。人类将它们引入到许多地区，所以栖息地范围也相应扩大。例如黄鹿和梅花鹿被引入到英国，赤鹿被引入到新西兰。

最大的鹿是欧亚大陆北部和北美的麋，身长超过2.5米(6.25英尺)。然而以前还有体型更大的鹿，例如大角鹿(见插图)。

鹿：一般特征

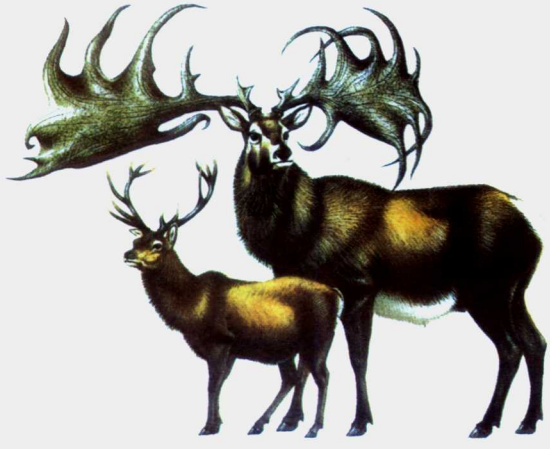
与许多其他有蹄哺乳动物相比，鹿体态优美，腿瘦长，躯干纤细，是具四腔室胃的偶蹄动物(见方框，112页)。鹿每只足的中间两趾承担身体重量，其他趾退化或丧失。成年鹿毛色通常是棕色，许多物种的小鹿身上有白色斑点。鹿是典型的群居动物，生活在固定的群体里。

鹿的最显著特征是具有分叉的角。除了驯鹿外，其他种类的鹿均是雄鹿生有角。鹿角有骨质核，永久的肉茎，不像其他反刍动物，鹿角每年都脱落。在温带地区鹿角在初夏开始生长。鹿角刚生时很柔软，表面包裹着一层薄薄的皮肤，由血管供给养分，皮肤表面有一层光滑柔软的短毛。仲夏，角长到最大尺寸，停止供血，皮肤表面变干，变松，脱落，只剩下坚硬的骨质核。在繁殖期，为了争夺母鹿(见插图)，好斗的公鹿用其角来显示性勇猛。雄鹿体形越大，其角也越大，它就更能吸引和保护要交配的雌鹿。繁殖期之后，鹿角脱落。年复一年，随着鹿龄的增长，角越生越大，叉和尖就越多，直至达最大尺寸。鹿中之王赤鹿的角有12个尖。热带鹿或许没有固定的繁殖期，所以不会在每年的特定时候脱落。中国河鹿不具角，但有象牙状的长犬牙。

大多数的鹿在两只眼睛前面的凹陷处都生有发达的面腺。面腺会散发一种香味到植被上。鹿在腿和趾间都生香腺，可以用来标明领地和增强群体团结。

雄赤鹿为了争夺其喜爱的雌赤鹿而战。雄赤鹿和雌赤鹿一年中大多数时间都不生活在一起。公鹿生活在小的单身群体里，母鹿与小鹿生活在一起。但是在发情期，公鹿极具攻击性并将母鹿都集中起来以便很好地保护它们，免受其他公鹿的骚扰。

大角鹿。尽管大角鹿——爱尔兰麋鹿——1.1万年前在爱尔兰灭绝，但在中欧一直生存到公元前500年。在爱尔兰的泥炭沼泽发现的爱尔兰麋鹿残留化石表明它的角跨距达3.7米(12英尺)以上。



麝

麝鹿科有3种麝，酷似古生鹿。肩高为60厘米(24英寸)，反刍，不具角，雄麝唇下方生朝下的又尖又长的犬牙，易受惊，独居，主要生活在中亚和东亚的高海拔森林里，其习性人类所知甚少。

“麝”这个名字来源于成年雄麝腹部分泌淡棕色蜡质物的香腺，分泌物(麝)存放在靠近尾巴的腹部的小袋里。在西方，麝香是制造香水和香皂的必要原料，在远东麝香用来制药，其价格也很高。20世纪70年代在尼泊尔，麝香的价格高于同等重量的黄金。因此，麝遭到了过度的捕杀，在许多栖息地已很稀少。麝香可以轻易地取出同时麝也可以继续存活下去。因此为了满足市场对麝香的需求和响应保护者的呼吁，在中国人们开始饲养麝。

鼠鹿

4种鼠鹿(鼷鹿科)体形小、姿态优美、反刍，多数独居生活在西非、中非、东南亚的森林和沼泽靠水的地方。鼠鹿如兔一般大小，肩高35厘米(14英寸)左右不等，头小，躯干相对较大，细长腿，每只足具有发育完好的趾。

鼠鹿是介与猪和鹿之间的动物，通常人们认为它是最原始的反刍动物。像其他反刍动物一样，鼠鹿有一个四腔室胃，但是第三腔室发育不良，不具上门牙(反刍动物的普遍特点)，不具角。雄鼠鹿的犬齿变长，又窄又尖，不断生长，在唇的下方突出来像小象牙。不像鹿和其他反刍动物，鼠鹿的眼睛下面或足上都没有香腺。

长颈鹿

长颈鹿科现今只有2个物种，都生活在非洲撒哈拉附近。其中一种长颈鹿是身材最高的陆地动物，成年雄长颈鹿高达5.5米(18英尺)。与大多数哺乳动物一样，长颈鹿的长颈也不过只有七块脊椎骨，只是每块脊骨都大大地拉长并由球窝关节

连结，因此长颈鹿的脖子非常灵活。颈部的血管有一串瓣膜，当长颈鹿抬头吃树叶或是低头饮用水时，瓣膜有助于调节脑部供血。长颈鹿的腿极长，所以饮地面水时要倾斜其前腿并跪下。长颈鹿的长舌头可以伸展，长唇很敏感。长舌和长唇使长颈鹿能轻松地从树和灌木上摘叶子吃。

长颈鹿的足结实，具有两个蹄趾。躯干由肩胛处向下倾斜，长尾末端有一束长毛，是不错的蝇掸子。与其他反刍动物一样长颈鹿有一个四腔室胃。长颈鹿的角很独特。雄雌长颈鹿都具有角，角有骨质核。骨质核与头盖骨相连，表面有皮肤和毛发。长颈鹿的角随其一生缓慢生长且不脱落。长颈鹿除了头顶上的一对角之外，在额头上还有一个小角。长颈鹿的体色(通常是浅黄色)、大小和独特的棕色花斑的形状都大不相同，几个亚种长颈鹿和地理物种很有特色。

长颈鹿喜群居，生活在东非和南非的开阔林地和有林草地的或松散或规模较小的群体里。长颈鹿曾在北非很常见，后来罗马人将长颈鹿运到罗马，在大体育场里使之与人打斗。今天在坦桑尼亚附近地区有大量的长颈鹿。

另一种长颈鹿是形体小得多的霍加狻(见插图)，肩高达1.6米(5.5英尺)。霍加狻独居生活在中非的热带密林，其习惯我们知之甚少。“霍加狻”这个名字是由捕杀霍加狻为食的格米人所取。霍加狻形态酷似长颈鹿，但是脖子较短，皮毛更深更光滑，腿上和后1/4躯干上生有条纹。霍加狻吃树叶时，其可伸出的舌头伸到树叶上。舌头很长，有50多厘米(20英寸)，可以伸出将自己的眼睛舔干净。与长颈鹿不同，只有雄霍加狻才生有角。

叉角羚

在西半球没有真正意义上的羚羊，但是在北美叉角羚是羚羊在生态学上相对应的动物。这种食草偶蹄动物同时具有羚羊和鹿的特点，但是它分属独立的科(叉角羚科)，其祖先是分布广泛种类繁多的反刍动物。叉角羚生活在美国西部、加拿大和墨西哥的部分地区的开阔草原上和干燥的灌木丛里，主要食草，长时间不饮水仍能生存下来。躯干上部呈淡棕红色，以下是白色，脖子上有白色条纹。雄叉角羚和大多数雌叉角羚有分叉短角，雄叉角羚的角较长，朝后的角尖下面是朝前的角尖。与鹿一样，叉角羚的角在每年的繁殖期后脱落。不像所有其他的偶蹄动物，叉角羚每只足有两趾，所有退化趾都不存在。叉角羚四肢细长，跑动迅速，速度可达每小时87公里(每小时54英里)，尖长蹄减少了它在跑动时每步8米(26英尺)的步幅所带来的振动。

无论什么性别，多大年龄，每年大部分时间，叉角羚都生活在结构松散的群体里。但是在发情期，雄叉角羚会积极保卫领地和雌叉角羚不受其他雄叉角羚的骚扰。在北美随着欧洲人的到来，他们对叉角羚的好奇心使之数量急剧下降。叉角羚会跑很远去查看一个移动着的物体，包括用来将其引至火边的系在竿子上的手绢。由于打猎、为了获得叉角羚的肉而进行的捕杀以及其栖息地的消失都造成了叉角羚数量的急剧下降，但是保护措施的加强使其数量有所回升。虽然叉角羚永远也恢复不到原来的数量，但是作为一个物种其生存还是不成问题的。

霍加狻是长颈鹿最近的亲缘动物，生活在中非的热带密林，霍加狻独居，让人捉摸不定，是我们最后发现的大型哺乳动物，直到1901年我们才对霍加狻有所记载。

参见

- 哺乳动物的出现 98页
- 有蹄哺乳动物(方框) 110页
- 偶蹄动物(方框) 112页
- 其他偶蹄动物 112—115页
- 领地、交配和社会组织 156页

蝙 蝠

尽管一些哺乳动物能滑行，甚至可以滑行相当一段距离，但真正能够飞翔的哺乳动物只有蝙蝠。其飞行膜由前肢四个细长指间的皮膜组成，只有拇指独立出来，用于整理皮毛。弹性膜与踝处或尾部相连。部分种类只能振翼飞行，其他则飞行能力极强，能做远距离飞行。欧洲鼠耳蝠等移栖物种经常飞行400公里(250英里)以上的距离。

除寒冷地带，森林线之上和大洋孤岛之外，蝙蝠广泛分布于世界各地。蝙蝠数量之大、种类之多仅次于啮齿动物，在哺乳动物中排第二位。有千余种留有记载。在各地区，尤其是在热带地区不断发现新物种。因多在夜间飞行，因此多数为黄褐色，确切说是深浅不同的褐色。个别种类较为独特，如中美洲白蝠和(印度洋中毛里求斯附近)罗德里格斯岛的罗德里格斯狐蝠，后者皮毛呈金色。蝙蝠大小不一，最小的是泰国的猪鼻蝠，大小和野蜂相似，重约2克(1/14盎司)，最大为狐蝠，重1.5千克(3.3磅)以上，翼展长约1.5米(5英尺)。

北澳大利亚、新几内亚及附近岛屿上的北花蝠，体型较小，为巨舌属。多夜间出没，以花蜜和花粉为食。舌细长，采蜜时伸缩自如，是所采花蜜植物的重要花粉传媒。

回声定位

多数蝙蝠靠回声定位辨别方向，多数狐蝠除外。回声定位是极为复杂的声纳系统。动物发出高频率声波或咔嗒声(几乎全部超过人的听觉范围)，并接受从周围物体反射回来的回声。蝙蝠能根据回声的特点判断物体的距离、方向、相对速度，乃至形状和特征。小翼手目喉部发声，鼻吻部将其传出，结构复杂的鼻叶加大声波频率，蹄蝠和叶鼻蝠即属此类。为数不多的狐蝠靠舌碰击口腔发出声波。

有回声定位功能的蝙蝠以昆虫为食，尤以夜行蛾为主，因此在捕食者和捕获物之间展开了激烈的进化“军备竞赛”。蛾已具备了躲避接近蝙蝠的必要技巧，耳发育奇大，发声频率较低。许多动物中都有警戒色现象(见方框，167页)，与此类似，蛾发出一种声波，暗示蝙蝠它们味道不佳，不是美味佳肴。

除蝙蝠外，海豚、许多齿鲸(见144页)及金丝燕、油鸱(见94页)等鸟类也有类似的回声定位系统。哺乳动物中马蹄猬等用较简单的回声定位系统在黑暗中辨别相对较大的物体。

穗唇蝠，新大陆叶鼻科。大耳，特有的复杂鼻部构造有回声定位功能，能辨别池塘蛙(其捕获物)相互间的鸣叫。

分类和起源

蝙蝠属翼手目，有2个亚目。大翼手目只有狐蝠科一科，约170种。小翼手目有18科，800余种。

蝙蝠的进化来源不十分清楚。5000万年前始新世最早化石表明飞行所需的适应性变化当时已进化完毕。化石形状与现代蝙蝠基本相似，因此可以假定该种群很早就已经出现了。有迹象表明蝙蝠可能源于食虫目动物，进化过程中滑行能力逐渐得到发展。

狐 蝠

狐蝠，也称飞狐，栖息在澳大利亚和旧大陆热带、亚热带地区。正如其英文名称所指，狐蝠多吃浆果，有些吸食花蜜。它们的另一个名字也很贴切：脸部与狗相似，因其颜色，即铁锈红色，与赤狐相同。狐蝠眼大，视觉好，常在黄昏和黎明外出飞行，寻找浆果(飞行距离达70公里，即44英里)。个别则多夜间出没，靠回声定位辨别方向(见方框)。

在其有栖息处，狐蝠多成群结队，有时多达100万余只，活动于树冠部。一些小型狐蝠生活在岩洞顶部，一群数目多达900万只。无花果和其他水果成熟时，成群的狐蝠前往理想的觅食处。在热带森林地区，这种觅食活动帮助传播树种(见43页)。有时啃食柑桔树和其他植被。由于狐蝠善食成熟或熟透的浆果，因此绝大部分收获的商品果皆为生果。实际上，狐蝠所造成的破坏极小，尽管如此，仍遭到了果农广泛的捕杀。

觅食方法

蝙蝠觅食方法很多，多为食虫类动物。一夜间往往吃掉大量小昆虫，如蠓和蚊子。热带地区的许多种类以花蜜和花粉

为食，是夜间开花乔木、仙人掌和其他植物(见插图)主要的传粉媒介。食花蝠舌长，伸缩自如，吻鼻尖，易于伸入花中。

吸血蝠科含3种，多出没在新大陆，专门吮吸热血无脊椎动物的血液。前齿呈二个三角剃刀状，切口不易被察觉。唾液中的抗凝剂阻止血液凝块，即使蝙蝠不再舐食血液，受害者仍血流不止。吸血蝠在新大陆部分地区危害严重，在畜牧业为主的地区情况更加严重。在这些地区，狂犬病十分普遍，但危险有所夸大。

少数种类为食肉类动物。澳大利亚假吸血蝠为最大一群，以小鼠、小有袋目动物、鸟类及其他蝙蝠为食。中美、南美洲假吸血蝠以负鼠、蜥蜴和其他蝙蝠为食，个别种类捕食鱼类。

蝙蝠栖息处

蝙蝠多栖息在洞穴或罅隙中，较大规模的栖息处是一种哺乳动物为人熟知的最大集居地(见插图)。亚利桑那伊格尔溪的游离尾蝠曾有5000万只，现已减至约60万只。原因可能是种群分布变广，或许是60年代北美无限制使用杀虫剂的结果。

许多蝙蝠休息时以后足倒挂，甚至倒悬生产。穴居蝠的粪便埋藏在各地，成为农业肥料的主要来源。

热带地区洞穴中(如婆罗洲洞穴)有几百万只不同的蝙蝠生活在一起。在它们基础上形成的完整的生态系统得以进化。各种不同的无脊椎动物以蝙蝠粪便和残余食物为食。而蛇、食虫目和其他脊椎动物又以无脊椎动物和蝙蝠为食。

冬 眠

生活在温带地区的蝙蝠冬季迁徙到食物充足的地区或是冬眠(见175页)。冬眠时消耗的氧气量只是正常活动时的1/10。能量以脂肪形式储存。睡眠和冬眠时，蝙蝠体温降低，血液循环减慢。

雌性墨西哥松尾蝠聚集在美国得克萨斯州夏季繁殖栖息处的13个洞穴中。其总数曾一度多达约1亿只。但20世纪60年代数量减至200万—300万。原因是过度使用DDT。美国现已禁止使用这种杀虫剂，但蝙蝠冬季生活的墨西哥仍在继续使用DDT。

衰落的种群

在各地，特别是在欧洲和北美农业较集中的地区，蝙蝠种群数量在过去几十年里急剧减少。原因之一是栖息地受到严重破坏。另外一个重要因素是农业大规模使用持久性杀虫剂，林业使用高效有毒杀虫药剂。蝙蝠每年只繁殖一次，但寿命长，这弥补了繁殖能力差的缺点。一些小型蝙蝠在自然条件下能存活20年，甚至更多年。结果，很长时间内也不会发现蝙蝠数目有所减少。要使其数目增加则需更长一段时间。

参见
· 哺乳动物的出现 98页
· 防御、伪装和欺骗 166页
· 动物的移动方式 176页

食虫目

食虫目的猬科、鼩鼱科、鼹科等广为人知。本目种类繁多，近345种。除澳大拉西亚和南极大陆以外，几乎每个大陆都有一些代表性动物。生活环境各异，有陆生和半水生之分。

本目动物可分为猬、鼩鼱和马岛猬三大类。树鼩、猫猴或鼯猴(见137页)以及象鼩(见方框)一直属食虫目。但实际上它们和食虫目其他动物有很大差别，它们之间也存在差异，因此划归各自目。

一般特征

本目动物大小、外貌特征差异很大，但通常来说吻部狭长，活动灵活，耳目较小。四肢短小，以脚掌、脚跟着地行走，为蹠行动物。多数体型较小，善食昆虫，兼食各种无脊椎动物，偶食小型脊椎动物和植物。牙齿整齐一致，颊齿锋利，便于咬碎昆虫外骨骼。皮毛短而密，光滑柔软。嗅觉极好。

食虫目是最原始的有胎盘哺乳动物。与爬行动物和低级脊椎动物一样，有一共同体腔(泄殖腔)。生殖、泌尿和粪便等系统通过泄殖腔与外部相连。颅骨和骨骼有明显原始特征，脑较小。睾丸在腹腔内，没有进入阴囊。本目动物生活方式也截然不同，分地上、地下、水生和树栖。沟齿鼠、欧亚大陆水鼩及短尾鼩等的咬痕有毒，能使捕获物固定不动，在哺乳动物中较为独特。

猬和刺毛鼩猬科

12种猬和5种刺毛鼩猬构成猬科。猬广泛分布于欧洲、亚洲和非洲。体型大，易驯服，经常出没在花园、公园和高尔夫球场，为大家所熟悉，是惹人喜爱的动物。吻部细长，活动灵巧，眼耳较大。其显著特征是背部和体侧有修饰刺毛。各种类刺毛多少不等，例如欧洲猬有刺毛约5000根。肋腹部刺毛逐渐变成硬毛发和软皮毛。刺毛内片状组织隔开的充气腔结构结实、轻巧。受外部撞击时，刺毛基部的弹性组织使其弯曲，避免折断。受惊吓时，基部肌肉使身体可缩成一团。幼猬出生时皮肤光秃，刺毛在皮下隐约可见，出生后几小时才开始长出。

猬猎食各类昆虫，如蚯蚓、甲虫和蛞蝓，兼食脊椎动物、腐肉和一些植物，如浆果和植物果实。在北温带严冬等恶劣条件下能冬眠(见175页)，猬体温降至和周围环境温度相近，减少产生热量所需的能量，能利用储存的体脂肪度过几个月的时间。

刺毛鼩猬或毛猬与无刺毛猬相似，产于中国和东南亚。栖息于森林和多植被地区，用长尖吻吸食无脊椎动物和小型脊椎动物。

鼩鼱科、鼹科、鼬鼹科和沟齿鼠科

尽管鼩鼱科动物体形小，多数只有2—15克(1/14—1/2盎司)，但却凶猛好战，胃口奇大。该科是食虫目中种类最多、分布最广的一科，包括近270种。栖息于澳大拉西亚和南极大陆以外各大陆陆地、半陆地栖息处。适应性极强，活动范围南至亚利桑纳干热沙漠，北至极地冻土带。

鼩鼱吻尖长，伸入土壤或落叶层吸食无脊椎动物。皮毛短，光滑柔软。热带地区某些种类能蛰伏一段时间，多数常年极为活跃，不冬眠。伊特鲁里亚鼩鼱重约2克(1/14盎司)，为最小的哺乳动物。在表面积与体积比相差悬殊的情况下，小体形保持恒温困难较大，因此鼩鼱的新陈代谢较快，寒冷地区种类的新陈代谢则更快。为此鼩鼱食用大量食物以满足高能量的要求。体重仅为3克(1/10盎司)的倭鼩鼱食用食物的重量是其体重的1.5倍，且每3—4小时进食一次。

鼩鼱多为独居型，陆栖行为明显。争强嗜斗，同类相见则高声叫喊，甚至撕斗。肋腹部香腺和其他香腺构成独居行为一个重要的侧面，使鼩鼱独具麝香味。多数哺乳动物，如猫科，不喜欢这种气味。许多种类已适应在小溪中搜寻水生食物，因而长有防水皮毛。足部边缘长有刺毛，增大的表面积利于水中推进，其他则为蹼足或部分蹼足。

一欧洲猬在给刚刚出生19天的幼仔哺乳。幼猬出生时皮毛光秃，几小时后刺毛长出。

一欧洲鼹鼠爬出地面，四处游荡。

生活在地下的鼹鼠和半水栖鼬鼹(鼹鼠科)生活方式有很大差异，但它们外表却极为相似。筒状身体，吻部细长，活动灵巧，下颌较为突出。星鼻鼹鼠吻尖有肉质触角，为触觉敏感器官，能判断捕获物的方位。眼睛奇小，有些种类的皮毛将眼睛遮住，无外耳，短尾。鼬鼹尾扁长，游水时尾部硬毛恰似方向舵。鼹鼠前肢短小，宽爪朝外便于挖掘；鼬鼹则四肢较长，后足为完全蹼足，前足为部分蹼足，游水时帮助推进。瓣膜可关闭鼻腔和双耳，皮毛防水。

鼹鼠包括27种，大部分时间独居在地下洞穴中，以蚯蚓为食。将多余的捕获物咬伤后储存起来，留作日后享用。鼬鼹则出没在小溪边，仅以淡水虾等水生无脊椎动物和石蛾幼虫为食。

鼬鼹现存仅2种，分布在南欧比利牛斯山脉和俄罗斯部分地区；鼹鼠则广泛分布于欧洲、亚洲和北美。人类将其视为有害动物，几个世纪中不断捕杀了大量鼹鼠。鼹鼠皮过去曾用作服装和帽子的缀饰，其皮毛亮泽，为此遭到人类过度捕杀，例如俄罗斯鼬鼹正受到威胁。比利牛斯山脉的鼬鼹由于栖息地受到破坏而处境更加危险。

沟齿鼠科现存2个遗留种，一个生活在古巴，另一个则出没于加勒比海伊斯帕尼奥拉岛。外表酷似鼹鼠，吻部奇长，活动灵巧，用于寻找缝隙，爪宽大，便于从土壤、树皮或石头下挖掘食物。以无脊椎动物为食，偶食两栖动物、爬行动物和小型鸟类，是食虫目最大动物，重约1千克(2.2磅)。16世纪欧洲殖民者到来之前沟齿鼠科是西印度群岛主要的食虫目种群。由于栖息处遭到破坏，加之外来食肉目的捕食，以上2种已极为罕见，濒临灭绝。繁殖能力低则加剧了这一威胁。尽管寿命较长(6年多)，但每窝只产一二个幼仔。幼仔和母沟齿鼠只共同生活几个月。

参见
· 哺乳动物的出现 98页
· 树鼩（方框） 136页

马岛猬科和金鼹科

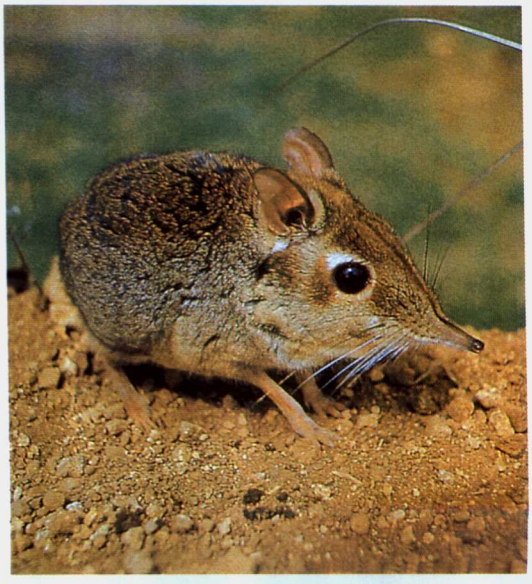
马岛猬科包括31种马岛猬和3种獴鼩。马岛猬主要生活在马达加斯加和科罗摩群岛。巨獴鼩体尾全长64厘米(2英尺多)，生长在非洲西部或中部。马岛猬是马达加斯加岛最早的哺乳动物种群(约6000万年前)，进化后作为食虫目填补了范围广泛的生态位。分陆生和水生，多夜间活动，视力极差，但嗅觉、听觉和触觉发育良好。陆生种体型小，尾长，酷似鼩鼱。稻田猬为穴居鼹科，前脚巨大，适于挖掘。眼耳皆小，皮毛短密。水生马岛猬(如獴鼩)常出没在河流、湖泊和沼泽地附近，善游泳，蹼足和长尾可作为方向舵，搜寻甲壳纲动物、软体动物、鱼和两栖动物等水生动物。其他种类和猬相似，无尾(或极短尾)，刺毛长短各异，遇到威胁时缩成球形。

马岛猬体温相对较低，变化各异。进食条件不利时，进入蛰伏期，短则几天，长则多达几个月。繁殖能力极强，每窝一般产20余仔。雌猬乳头多达29个(为哺乳动物中乳头最多的一种)，以满足哺乳需要。

金鼹科含18种，穴居型，生活在非洲南部和中部，身型小巧，健壮；肢短，尾部不明显。前爪强壮，便于挖掘。双目隐埋在多毛皮肤中，耳孔亦被遮盖。吻部硬垫对鼻腔有保护作用，同时也用于挖掘。皮毛防水，呈黄褐色(有些皮毛则色如彩虹)，因此称为金鼹。生活在地下分布广泛的洞穴中，以蚯蚓和其他无脊椎动物为食。

象鼩

象鼩外表与鼩鼱相似，同为食虫目。由于其特征较为独特，因此单独归入象鼩目，包括象鼩一科。吻部奇长，活动灵巧，肢短。后肢长于前肢，善跳跃，快速敏捷。长尾、大眼。颊齿高出冠，与食草动物相似。身型大小差异较大，小似小鼠，最大与大鼠相差无几。以无脊椎动物为食，兼食一些植物，如浆果和果实。广泛分布在非洲，含15种，但其踪迹仅限于非洲。



食肉目：一般特征

食肉目长久以来是人类关注的焦点。一些食肉动物因为人们自以为其具有的掠夺性危害而遭到残忍的捕杀；一些因其奢华的皮毛而遭受人们捕猎，以至濒临灭绝。驯服的猫、犬却进入许多家庭。

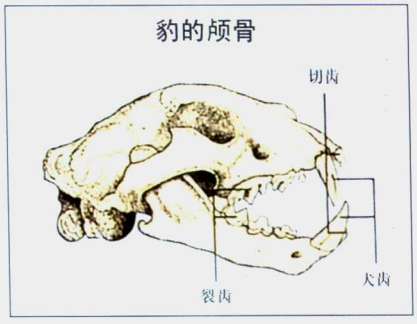
黄昏犬，北美渐新世(3400万—2300万年前)早期食肉目动物。外表与灵猫科相似，但牙齿和内耳结构表明它与现代犬科关系更加密切。

“食肉动物”这一名称通常适用于所有食肉性动物(见194页)，但更特指食肉哺乳动物。本目包括各种哺乳动物，小到鼬属动物，大到北极熊。多数为食肉性，许多为杂食性，个别甚至为食草性(如大熊猫)。

食肉目有7科，230种，按进化关系分为2个亚目(见123—131页)。猫类动物种群包括猫科、灵猫科及其亲缘动物和鬣狗；熊类动物种群包括犬科及其亲缘动物、熊科、浣熊科及其亲缘动物、鼬科及其亲缘动物。本目差别虽大，但颅骨和牙齿结构十分相似。食肉目许多适应性变化同其捕杀猎物有关。

显著特征

本目动物最显著的特征是犬齿。犬齿粗大、弯曲、呈短剑状，便于刺伤和撕扯(见插图)。切齿小而尖利，便于捕叼住猎物以及从骨骼上撕扯兽肉。颊牙中的前臼齿用于切割。臼齿锋利，适于撕咬和嚼碎。最后一个上前臼齿和第一个下臼齿较为独特。它们齿尖锋利，剪刀状切合活动可将软骨切断，可切



破厚厚的外皮和肌肉。代表性动物(如猫科和犬科)裂齿发育良好，杂食性动物的裂齿则发育不完善，食草性动物(如大熊猫)的颊牙表面较为平滑。

本目动物颅骨重，肌肉系统发达，利于撕裂骨骼、切割兽肉、拖拉捕获物。颅骨侧面到下颌凸出处的颞肌使犬齿刺出有利，颅骨顶部和后部嵴为肌肉连接提供一个大表面。嚼肌由颅骨侧面的牙弓延伸至下颌，利于刺穿和切断。上下颌连接，只能在垂直方向活动。

食肉目动物四肢趾蹄具锐爪，第一趾逐渐变小或消失。少数种类爪可缩回鞘中，部分为蹠行动物，即脚掌、脚跟着地行走；猫科、犬科等用脚趾行走(为趾行动物)。颈骨退化，因此奔跑时步幅很大。

食肉目动物之所以成为捕杀者依赖于它们行为上的全部本领。这包括偷袭和各种进攻策略。它们因此能成功地抓捕猎物，但自身却不受伤害。獴和鼬刺穿捕获物头后部，击裂脑壳使其致残。猫科咬断猎物颈部，切断脊椎，破坏脊索。捕获物也可能遭受猛烈撞击，致使脊椎易位。大型捕获物因喉部和鼻部被掐住窒息而死。

本目动物嗅觉、听觉和触觉发育良好(见188—191页)。气味在群居生活中意义重大。食肉目动物气味强烈，其尿和粪便可被嗅到，因此可用来做活动区域的标记；标明个体的特征、性别、繁殖能力及社会地位。肛部臭腺气味刺鼻，臭鼬等种类将其作为防御手段。

分布

食肉目分布广，遍于除澳大拉西亚和南极大陆之外的所有大陆。栖息于热带雨林(如灵猫和豹猫)、热带沙漠(如鬣狐)和极地地区(如北极熊)，此外还有水生栖息地(如河獭)。人类的介入扩大了食肉目动物的活动范围，澳洲野犬于史前时代被引入澳大利亚，赤狐随之引入。白鼬引入新西兰时，印度獴已生活在加勒比海诸岛上。

起源和进化

本目动物由原始食虫目哺乳动物进化而来，最初除属树栖型，并有裂齿(食肉特征)外无其他明显特征。古新世(6500万年前)期间，随着捕获物种类的增加，哺乳动物逐渐进化为现代食肉目。进化过程中，一些特殊形式开始出现，这在猫科中表现最为突出(见98—101页)。

食肉目动物与人类

人类对食肉目动物既爱又恨，对家犬、家猫极其珍爱，将它们带到世界各地；但为获得某些食肉动物奢华的皮毛，为减少人们自认为的食肉动物给家禽所造成的危害，人类对其进行了过度的捕杀，致使许多种类濒于灭绝。犬科由狼进化而来，是最早受驯化的动物之一。有记载能说明1.4万年前人类与犬科有关系。在捕猎者聚集的社会环境中，犬是捕兽、哨兵，也是同伴。猫科家禽进化比犬科迟一些，约在4000年前，与其祖先更为相似。

参见

- 哺乳动物的出现 98页
- 食肉目 123—131页
- 捕食者与猎物 164页

灵猫科及其亲缘动物

灵猫及其亲缘动物 獴、林狸和马达加斯加长尾灵猫等属灵猫科，约66种，主要生活在旧大陆，广泛分布于南欧、中东、南亚和非洲，少数也已经出现在其他地区，是惟一移居马达加斯加岛的食肉目。为典型的微型哺乳动物，身体柔软细长，尖吻、短腿、长茸尾，许多种类有条纹或斑点。

本科动物与早期食肉目动物非常相似，以非特化牙齿和颅骨最为明显。杂食性，以小型哺乳动物、鸟类及其卵、爬行动物、昆虫和浆果等为食。

一般特征

灵猫科通常行动敏捷，出没频繁，喜居在森林及多植被地区。脚有五趾，有些种类的爪能缩回到鞘中，部分为蹠行动物，其余均为趾行动物，与猫、犬相似。多数为陆栖型，但少数则善攀援。东南亚熊狸为树栖型，尾部能缠绕(食肉目另一种尾部能缠绕的是蜜熊，见130页)。许多种类善游泳，亚洲水獭和刚果水灵猫为半水生型。

灵猫科动物颅骨狭长、扁平，犬齿、裂齿发育良好。视觉、听觉和嗅觉非常灵敏。悄悄追踪，继而猛扑猎物。喜独居，或成双成对，或以小家庭形式生活，极少数为群居(见方框)。

灵猫科动物与其他食肉目动物相似，气味强烈。与生殖器相连的肛门附近有香腺，这在其群居生活中十分重要。将香腺涂到活动范围内的物体上，表明拥有这片领地。香腺的麝香味持久，从灵猫身上获取的香腺用于生产香水，称为灵猫香。香腺也有药用价值，既用于治疗皮肤病也可做催欲药(目前仍无证据能说明这一点)。

灵猫和麝猫

与猫科动物相似，灵猫和麝猫为独居型，昼伏夜出，生活在森林地带，善攀援。属杂食性，以浆果、果实、小型脊椎动物和无脊椎动物为食。椰子猫为树栖型，靠可缩进或半缩进的爪攀援。由于喜食浆果，已成为种植业的有害动物，是香蕉的“窃贼”。它们从植物导管汲取发酵的棕榈汁可供人类使用，因此也称棕榈汁猫。

灵猫、麝猫香腺十分发达，对其交流十分有意义。一些种类(如熊狸)在经过的路上将香腺涂到植被或其他物体上。其他则将香腺涂到目标明显的物体上。印度灵猫肛部香囊可翻出并贴在物体上；麝猫倒立，香腺碰到物体上做出标记。

麝猫为小型、乖巧食肉目动物。身体有深色斑点或条纹，尾部有深色环。树栖型，常到地面搜寻小型哺乳动物、蜥蜴、青蛙和昆虫。易于驯服；中世纪时作为家猫豢养，捕捉大鼠和小鼠，这之后逐步被家猫取代。

獴

獴分布广泛，种类繁衍兴旺，生活在非洲、中东、印度和远东。栖息于沙漠、稀树草原和森林地带。身型小，活动敏捷，出没频繁。脸部狭长，长身短腿；小圆耳，长茸尾。用肛部香腺划分活动区域。独居型，但笔尾獴、斑纹倭獴等为群居型。与给人类留下的印象正相反，獴不是完全以蛇为食，对蛇毒也无免疫力，而是因动作敏捷和一身厚皮毛躲过蛇，不被咬伤。适应性强，以各种小型脊椎动物、无脊椎动物及浆果为食。以脊椎动物为食的种类裂齿发育良好。

19世纪晚期，将印度獴引进到西印度群岛和夏威夷群岛，目的是控制甘蔗种植园中的大鼠。它们成功地捕杀了啮齿动物，却给当地鸡、鸟类和爬行动物带来伤害，成为许多岛屿的有害动物。

倭 獴

小型倭獴喜群居，这在食肉目中并不多见，栖息在白蚁曾出没的土堆处。群居数目不等，通常有8—12个居住在一起，有时可达40个。种群以母系为主，雌性控制整个种群。种群等级制度严格，由成年雌性控制，第二阶为其配偶，为一雄一雌配偶制，它们是惟一一对繁殖后代的獴。第三阶是较年轻的雄性和雌性倭獴，这包括许多后代，以及从邻近种群迁徙来的倭獴。许多合作行为十分常见，例如有些倭獴是哨兵，监视捕猎者，有些专门照管幼獴，喂养、照料幼仔。

参见
- 哺乳动物的出现 98页
- 食肉目：一般特征 122页
- 其他食肉目动物124—131页

猫 科

猫科是食肉目中真正意义上的食肉动物。它们身形矫健、轻巧自如，适于狩猎和食肉生活，多以脊椎动物为食。

猫科有34种，包括大型动物，如狮、虎和豹以及小型动物，如猞猁、红猫、豹猫和野猫。个别种类(如狮)为群居型，多数为独居型，生活在森林中，因此很难对其栖息地进行研究。

许多猫科动物皮毛呈黄褐色，有条纹、斑点或斑块。由于经常用舌和爪整理，皮毛因此光滑柔软。人类的捕杀严重威胁了许多种类，致使它们濒于灭绝。

一般特征

与其他食肉目动物不同的是猫科动物的头骨和双颌较短。它们的颊齿或裂齿锋利(见122页)，犬齿宽大，便于撕咬和将捕获物致死——咬断捕获物喉咙或颈部。颌部有叶状咬合，垂直方向活动。颌和嚼肌帮助咬紧捕获物，使其越挣脱，咬合越紧。舌表面的一层舌乳头(丘疹状突出物)帮助从猎物尸体上刮下兽肉。

猫科动物以各种脊椎动物为食，尤以哺乳动物和鸟类为主。善攀援，动作敏捷，跳跃落地控制较好。反应迅速，平衡能力和方向性也极强。属趾行性动物，爪垫部多毛发，利于悄悄接近捕获物。爪锐利，能缩回，防止磨损，保持锋利(猎豹除外)。

猫科动物最重要的特征是视觉。一双大眼睛，双眼视觉敏锐，奔跑和跳跃时能判断距离。白天视觉好，晚间亦如此。眼中的反射层(脑毯)增强视觉，光由此反射，刺激视网膜(见189页)中的接受细胞。脑毯现象能说明为什么夜间电筒照到动物眼睛时有反光。大耳可转动，能辨别高频率声音，听觉敏锐。味觉、嗅觉虽不及犬科，也发育良好。面部触须敏感，利于夜间活动。

呼噜作声是小型猫科动物一大特征，是母子间联络的方式。大型豹属动物善吼叫，表明自身存在。舌部为软骨，易活动。

最早猫科动物进化始于渐新世初，即约3400万年前(见98—101页)。许多灭绝的种类体型巨大，如令人生畏的剑齿虎。

虎

虎为现存最大猫科动物，头体统长2.5米(8英尺)多，重约260千克。广泛分布于森林丛林栖息地。皮毛为深色条纹与浅金色相间，便于伪装。曾一度广泛分布于亚洲各地，现仅限于印度、尼泊尔、东南亚、印度尼西亚和中国等部分地区。由于栖息地受到破坏，加之人类的捕杀，其数量逐渐减少，现已成为保护动物。

虎因其嬉水性在猫科中独具特征。这使它在热带栖息地高温条件下保持凉爽。善游泳，常涉水穿过河流、小溪。有时在湖边、河沿追赶捕获猎物。

虎通常采用“跟踪和埋伏”策略捕杀大型猎物，如鹿。后肢长于前肢，利于跳高和跳跃。前肢肌肉发达，脚爪锋利，缩进型，容易捕获和抓紧猎物。偶尔袭击人类。这个问题已经讨论过，原因可能在于人类在虎的捕猎范围之内，加之人类较容易捕获(奔跑慢)，自然成为受伤虎和年迈虎的捕获物。这些老虎即成为食人者。

虎多为夜行性，喜独居。活动区域广大，尼泊尔南部的雌性虎活动区域为20平方公里(7.75平方英里)，与邻群有一个小部分重叠处。雄性的活动区域则更大，同时容纳几个雌性。通过地盘性行为阻止入侵者，如将肛部臭腺和尿涂在乔木和灌木上，将散发特定气味的粪便排在关键地段，也在树上抓挠出爪印等。

狮

狮与虎相同，过去曾分布广泛。有史以来，发现狮生活在南欧、中东、印度及非洲大部分地区。现仅限于非洲撒哈拉

沙漠以南的稀树草原地带。狮不同于虎，喜群居，是猫科最喜欢群居的种群。一狮群通常有4—12只有亲缘关系的雌狮及其幼仔，还有1—6只雄狮，而在这狮群中，狮又三五成群地生活在小范围内。

狮多以食草动物为食，如牛羚、斑马和羚羊。雌狮往往互相配合完成捕猎。捕获物多为大型善奔跑动物，因此需潜行，尽量接近目标，然后突然跃起，击败捕获物。种群分享捕获物。雄狮颈部和肩部长满浓密的深色鬃毛，与雌狮外表特征有明显差异。

豹

豹是猫科中分布最广的种群，因其皮毛精美且带有斑点而不断遭到捕猎。栖息于撒哈拉沙漠以南的非洲、北非、中东部分地区及东南亚和远东大部分地区。适应能力极强，分布才得以如此广泛。以各种小型捕获物为食，如鸟类和小型哺乳动物。独居型，多夜间出没，善攀援，常将捕获物拖至树上，以免被其他食肉或食腐动物抢走。

豹皮毛颜色各异，亚洲常见的为黑色(即黑豹)。美洲豹是新大陆豹属惟一的大型猫科动物，生活在南美森林地区，与豹相似。

猎 豹

猎豹以善奔跑而驰名，全速奔跑速度可达96公里/小时(60英里/小时)，为奔跑最快的陆栖动物(见177页)。广泛分布于非洲稀树草原的大部分地区。猎豹过去经常出没的中东和南亚地区，现存猎豹已屈指可数。雌性为独居型，雄性生活在固定种群中。

与体格健壮的虎和狮不同，猎豹身型苗条，行动敏捷，长腿适于奔跑。跟踪和快速跃捕同样善跑的捕获物，咬断喉咙使其窒息而死。中世纪时阿拉伯人、阿比西尼亚人及莫卧儿帝国皇帝等将猎豹视为狩猎动物。皮毛为珍品。尽管采取各种措施对猎豹加以保护，但它们仍濒于灭绝。

食腐动物——鬣狗

鬣狗外表与狗相似，但事实上，非洲、中东及印度的鬣狗和土狼与灵猫科和猫科更相近，自成一科(即鬣狗科)。眼耳皆大，长首尾，背部延伸至后腿。强健的双颌和粗大的切齿使其独具特征，适于食腐肉习性，斑点鬣即是一例。它能咬碎大型骨骼，刺穿坚硬表皮。褐色纹鬣狗体型极小，以昆虫、卵和浆果为食，兼食腐肉和大型捕获物。土狼双颌不及鬣狗坚硬，牙齿细小，故以白蚁为食。

鬣狗不仅能吞食其他食肉目动物不能消化的巨大食物，而且它们的消化系统功能极强，能消化骨骼有机物质及坚硬组织，不易消化的部分经反刍排出体外。斑点鬣狗极为活跃，在较复杂的群体中生活，靠发声及臭腺进行交流。它们分工协作捕猎牛羚，因牛羚体型较大，单个鬣狗无法完成捕猎。

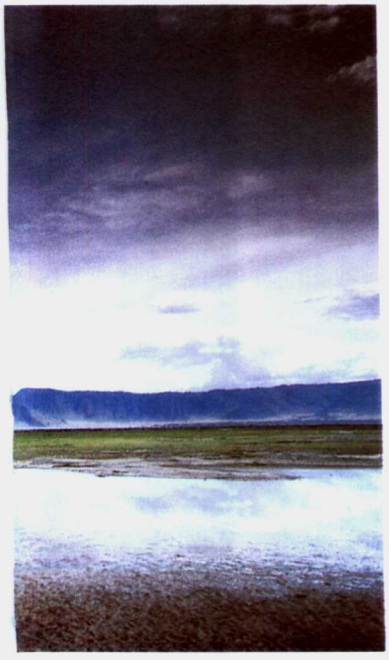
小型猫科动物

除大型动物外，猫科有许多小型猫属动物。多为独居，习性广为人知，包括猞猁、红猫、豹猫和野猫。普遍认为家猫是非洲一野猫亚种的后代，于公元前2000年在古埃及实现家养化。

小型猫科生活在森林栖息处，采取秘密逼近和迅速跃捕策略捕食小型哺乳动物和鸟类，偶食爬行动物和两栖动物。猫科最大动物为美洲狮，广泛分布于南美和北美。狩猎和栖息处受破坏使其数量减少，尽管如此，仍有一些小种群在美国和加拿大偏远地区栖息生活。皮毛业的发展(20世纪六七十年代达到顶峰)致使许多小型有斑点猫科动物濒临灭绝。1970年出售近3万张虎猫皮，1983年25万张斑点皮毛在全世界成交。

参见

- 哺乳动物的出现 98页
- 食肉目：一般特征 122页
- 其他食肉目动物 123页 126—131页
- 捕食者与猎物 164页
- 猞猁和兔的种群变化(万和) 172页



坦桑尼亚北部恩戈罗火山口的一狮群。狮是猫科中最喜群居的种群，通常6只雄性和12只有亲缘关系的雌性及后代居住、生活在一起。

欧洲猞猁及其捕获物。猞猁多以野兔等小型哺乳动物和鸟类为食，偶食鹿。多为独居，夜间出没，生活在欧洲、亚洲和北美北部。

犬科及其亲缘动物

犬科有35种，包括狼、狐、豺、澳洲野犬和家犬，分布极广，生活在除南极大陆以外的各大陆。澳洲野犬可能于史前时代由人类引入到澳洲，现为野犬。犬科栖息于各种居住地，耳狐生活在干热沙漠，猎犬和豺生活在稀树草原，北极狐则出没在寒冷的北部冰原。

耳狐是狐中最小动物，生活在北非和阿拉伯沙漠。夜间活跃，白天多活动在地下洞穴中躲避日光。大耳可消耗热量，也有助于确定捕获物的位置。

犬科动物善于快速、长距离奔跑追捕猎物。与食肉目其他科不同的是，犬科为群居型。

一般特征

犬科动物外部特征及习性都极为相似，身型苗条、健壮、厚胸。四肢细长，有尾。长吻，大耳直立。牙齿为典型的食肉目牙齿(见122页)，裂齿发育良好，臼齿咬碎功能强，犬齿狭长呈匕首状，切齿细小尖锐。视觉、听觉极好，嗅觉十分灵敏(见188—189页)，便于搜寻食物及与其他动物交流。除此之外，犬科还利用复杂的发声和视觉动作进行交流。

多数犬科动物前爪有5趾，后脚只有4趾，爪强壮呈钝型，能缩进。前爪第一趾较小，为退化器官，和家犬后肢第一趾一样，同为残留趾。趾行动物，行走时采用不同步法，如缓行，疾走和奔跑。能游泳，北美灰狐能攀援，但多数为陆栖型。皮毛为单色或有斑点，但非洲猎犬身上有斑块，一种豺身上有条纹。

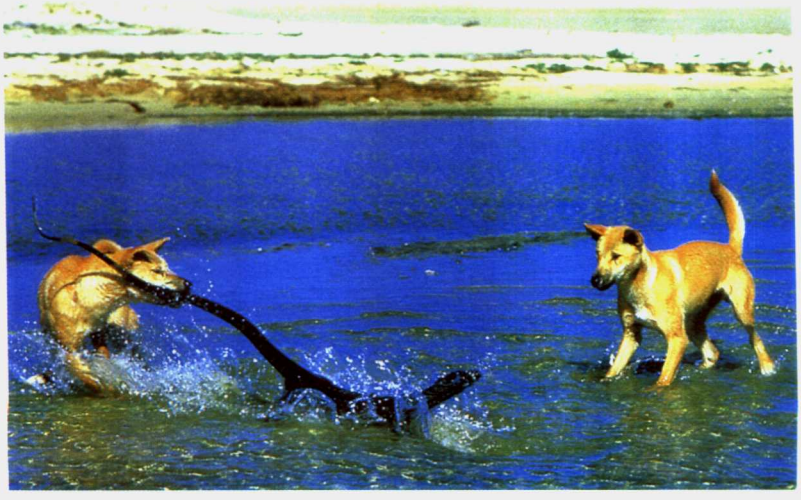
犬科以浆果、坚果、无脊椎动物、卵和腐肉为食，尤以哺乳动物和鸟类为主。腿细长且有极强的耐力，因此犬科能长距离追捕猎物，同时辅以跟踪、扑食等策略。大型犬科群居动物(如狼、猎犬)能协力捕杀比它们本身大的捕获物。小型犬科以鸟、啮齿动物和其他小型脊椎动物为食，单独或成对捕食。生活区域较有规律，所有或部分区域经臭腺标记后成为其领地。

犬科及与其相似的食肉目动物于4000万年前始新世产于北美。较早的犬科与獴科和灵猫科极为相似。

狼

狼是除人类之外分布最广的陆栖哺乳动物，生活在北美、欧洲、亚洲和中东。小赤狼生活在美国东南部，据说野生种类已灭绝。狼有几个亚种，大小、颜色和分布均有差异。兽为数较多，分布广泛，现多栖息在偏远地区，与人类少有冲突。狼在非洲遭到大范围的捕杀，在亚洲东部和地中海沿岸地区仍保持少数种群。通过采取积极的保护措施，加之正面教育，引起人们对狼的关注，这些都帮助狼存活下来。

民间传说中的狼多为贪婪成性，除对家畜构成威胁外，还侵袭人类，甚至偷走婴儿。如有机会，狼的确捕杀家畜，但通常情况下谨防人类，很少对人类进行攻击。有关其邪恶的说法确实有些夸大。狼为群居型，多以鹿、麋及北美驯鹿等大型哺乳动物为食。捕获物比狼身型大，因此狼常常结群向它们发起攻击。兼食小型脊椎动物、腐肉及植物，乃至搜寻食物。生活区域广泛，达100平方公里(386平方英里)，在北部地区多为游



两个澳洲野犬正试图抓住一巨蜥。澳大利亚无土生犬科动物，澳洲野犬是家犬的后代，现已为野犬，于1万多年前由土著人引入澳洲。

非洲猎犬

非洲猎犬是出色的狩猎者。和犬科其他动物有所不同的是，非洲猎犬是秃头秃尾的食肉动物。其黑、白、黄三色斑块相间的皮毛非常特别(不同斑块差异较大)。毛短、稀疏，尾部少首毛，白色尾尖。一双大耳听力极好，纤细的长腿适于快跑。裂齿发育良好，这与其食肉性有关。

非洲猎犬多居住在非洲中部、南部和东部的稀树草原和空旷林地；群居型。每群平均有8只成年猎犬，少则2只，多则20只，包括幼小动物在内。活动区域广泛，每天行走很远距离(达50公里，即30英里)搜寻食物。以瞪羚、黑斑羚、牛羚等为食，偶食较小的哺乳动物。在追捕大型、善跑猎物时，协作行为是成功的关键，是击败选定捕获物的保证。幼小、体弱或独自觅食的羚羊往往成为捕获对象。猎犬常常穷追不舍直至抓到猎物。猎犬善跑，速度可达每小时50公里(每小时30英里)。追捕距离超过5公里以上后，趁猎物精疲力尽时将其击败。大家共享捕获物，成年猎犬给幼犬喂食。

猎犬与狼相似，有明显的等级制度。雄、雌分别建立二个等级制度。占统治地位的猎犬是种群中主要的繁殖种犬。它们通过生理和行为方式控制其他成员的繁殖。雄性为争取繁殖机会相互进行激烈的竞争。猎犬群的核心包括几只相关雄性和一只或多只雌性，雌性之间比雌雄之间关系密切。通常雌性而非雄性要离开生养它的种群，以便使种群保持二雄性对一雌性的特殊比率。

牧型，随猎物迁徙(见171页)。在森林中，用臭腺标记和特定叫声(如嗥叫)保留分离领地，以此分辨同伴，避开邻群。

狼群通常有7—12只狼，等级制度严格。最高级为雌雄种狼，它们交配育种。狼仔由其他成员帮助抚养。等级制度由复杂的手势和姿势系统传递威胁、归顺(见方框，154页)等信息。可在家犬中见到许多由狼遗传下来的姿势。

豺

豺与狐相似，为小型犬科动物。群居型，善于协作。分布在非洲、中东、亚洲南部及欧洲南部部分地区。多栖息于干旱空旷地带，如稀树草原和半沙漠地带。颜色由浅黄色到赤褐色。银背豺背部为黑白两色，兼有灰色底、深色斑纹。

人常将豺描绘为“胆怯”的食物搜寻者，事实并非如此，它多以小型脊椎动物、无背椎动物、浆果及腐肉为食。金背豺、银背豺靠协作捕猎较大猎物，如幼瞪羚。它们分享捕获物，并将食物反刍给窝里的幼兽或哺乳的雌性。雌雄成对或小家庭居住在一起。银背豺幼畜和父母同住，帮助抚育和保护新生幼仔，这无疑对幼兽的存活十分有意义。同时这些“帮手”得益于相对安全的居住环境。一旦父母死亡，即可继承领地。

狐

小型犬科，吻细长，大尖耳，长茸尾，有21种，广泛分布于南极大陆以外的各大陆。栖息地范围极广，如寒冷的极地冻原、干热沙漠及高草原地带。狐以狡猾和诡计多端而出名，繁衍能力和适应能力均很强。赤狐多出现在城市和小镇中，在公园、花园及杂草丛生、高低不平之地筑巢(见212页)。以随处可见的动物为食，如兔、小啮齿动物、鸟类和无脊椎动物，兼食浆果和腐肉。草地鼠是狐喜欢的猎物。常将多余的食物藏起来，日后再衔回住处。

狐常独自搜寻食物，但并非独居型。常雌雄成对、以小家庭形式或较松散的一雄多雌方式构成的相关种群等形式活动。北极狐和赤狐的窝巢“互助”现象表明了相互合作行为。用臭腺作标记是群居生活一个重要组成部分；尿和粪便排泄到活动区域各主要地段。除肛部两侧一对腺囊外，尾基部皮层中有一小腺囊，足趾之间也有臭腺。用各种发声进行交流，如狂吠、吠、急叫和尖叫。

狐因其皮毛而遭到大范围的捕杀，尤以赤狐、灰狐和北极狐为主。狐偶尔侵袭鸡、羊等家禽，加之常常捕食猎鸟即遭到捕杀；人类有时为消遣也对狐进行捕杀。狐易患狂犬病，也是狂犬病的传播者。同时为控制其数量，人类已大范围对其进行捕杀。

参见

- 哺乳动物的出现 98页
- 食肉目：一般特征 122页
- 其他食肉目动物 123—125页 128—131页
- 身势语（方框） 154页

熊 科

熊科动物共8种，是最大的食肉目动物，如北极熊和灰熊。外表相似或相同，大头、小圆耳，面部酷似狗，吻细长，身体庞大，四肢粗壮，短尾。皮毛浓密，为纯褐色、黑色或白色。

熊科动物广泛分布于北半球，如美洲和亚洲(个别生活在欧洲)。眼镜熊生活在南美北部。熊科居住范围较广，包括热带森林和北极冻原。

一般特征

熊科动物颅骨大，同其他食肉目动物(见122页)相比，牙齿非特化。犬齿粗大，切齿简单，裂齿发育不良，颊齿宽大，牙尖浑圆，较平整。双唇与其他食肉目不同，没有固定在齿龈上，活动灵巧。大爪弯曲，有五趾，用于挖掘和撕扯。蹠行步态，脚掌、脚跟着地拖步缓慢行走。用两只后腿可行走一小段距离，多数善攀援。视觉、听觉差，嗅觉发育极好。

熊科动物为典型的杂食性和随机性。多以水果、树叶、坚果、嫩芽和蜂蜜为食，偶食小型哺乳动物和鱼，有时搜寻食物。冬季通常冬眠(见175页)；秋季体重急剧增加，天气转冷后躲进穴窝冬眠，逐渐消耗储存的脂肪，心率明显下降，但体温下降不明显，待天气转暖后很容易从冬眠状态苏醒过来。冬眠能解决冬季食物，特别是植被缺乏问题。独居型，活动范围极广，但种群密度较低。

熊科动物相对来说进化较晚，最早出现在约3000万年前渐新世的欧洲，长相酷似犬科。这之后逐步进化出体形庞大的动物，同现代熊科非常相似。

棕熊或灰熊

棕熊体形庞大，强壮有力，是哺乳动物中分布最广的动物之一。多活动在欧亚大陆中部、北部和北美。种群数目较多的大部分都活动在偏僻地区，远离人类的干扰。尽管历史上曾在欧洲广泛分布，如意大利、西班牙和波兰等在内的许多地方，但始终保持不与其他种群来往。棕熊重780千克(1720磅)，但相对来说并不算重。欧洲棕熊比美洲棕熊小得多，体重不超过250千克(580磅)。多数为深棕色，浅色也较为常见。北美棕熊背部和肩部的长毛有尾鞘，皮毛呈灰色，这也是棕熊又叫称为灰熊的缘由。

棕熊经常出没在空旷地区，如冻原、海边栖息地和山中。在俄罗斯和欧洲南部，棕熊多生活在森林中。属杂食性，以昆虫、小型哺乳动物、鱼和腐肉为食，兼食植被(包括用爪挖出的块茎)和浆果，偶食幼小的北美驯鹿和家畜。夏季，鲑鱼到上游产卵时，棕熊即守候在河边捕鱼。多数时间棕熊为独居。

棕熊冬眠。通常在岩石中或树根处搭一洞穴，地面铺一层干燥植被。这期间一、二个幼仔将出生，它们和母熊一起生活一年时间或更长。10岁即为成年，在野外条件下至少活25年。由于狩猎，加之栖息处遭到破坏，棕熊的数量近几年来急剧减少，在许多地区濒于灭绝。尽管棕熊偶尔对人类构成危害，但这样的食肉动物和猎兽出没在居留地附近，已经对人类的生活环境构成威胁。

在美国怀俄明州，一美洲黑熊站在海狸兽穴上，希望抓捕到“一顿晚餐”。

北极熊

北极熊和科迪亚克熊(棕熊的一个亚种)身型相仿，都是食肉目中最大的动物之一。头体统长达2.5米(8.25英尺)，肩高1.6米(5.25英尺)。成年雄性体重可达到800千克(1764磅)。皮毛粗密，呈白色或淡黄色。在其生活的流冰群环境下，皮毛便于伪装，同时既保暖又防水。皮下脂肪为一保暖层。北极熊善游泳和潜水，此时巨大的脚掌像是一对船桨。脚掌周围一层皮毛具防寒作用。弯曲的巨爪既帮助抓牢冰面，也用于捕抓食物。头部相对较小、长颈，因此，即使头部露出水面也能自由地游泳。

北极熊多活动在北极附近的沿海地区，如格陵兰岛、加拿大北部、西伯利亚北部和北极各岛屿，最北可达到北纬88度。随流冰群呈季节性分布。以食海豹为主，偶食海象、小型哺

寒冷的极地荒原上气候恶劣，北极熊完全适应了那里的半水栖生活。

乳动物、鸟类、卵乃至植被。此外还经常出没在人类居住地的垃圾堆附近，搜寻食物。猎捕海豹时，通常守候在冰面上的呼吸口或水边，海豹浮出水面时，北极熊即刻出击，抓住猎物。

北极熊活动范围极广，每天搜寻食物时行走20公里(12.5英里)。通常为独居型，偶尔在理想的食物聚集处小聚。加拿大哈德逊湾南部海岸丘吉尔港的垃圾堆处，可经常见到北极熊在这里出没。

雌性，尤其是怀孕的雌性冬眠较长一段时间。它们通常移居内陆，在雪地中挖出洞穴并在此分娩，每胎可产4个幼仔。北极熊乳汁脂肪含量高，因此幼仔成长迅速，春季即可离开洞穴。

人类是北极熊的惟一捕猎者。几个世纪以来，当地居民为其脂肪和皮毛一直在捕杀北极熊。现在大部分地区已禁止狩猎。

懒 熊

印度半岛和斯里兰卡的懒熊特化明显，树栖型，以白蚁和蚂蚁为食。体型巨大，黑色粗皮毛。胸部有一浅色V型印迹，体重为55—145千克之间(120—320磅)。长爪弯曲，可悠闲地吊挂在树枝上。

其进食器官十分特别，吻细长，活动灵巧，裸唇可缠绕抓握，长舌。上切齿中间部分空缺，齿间有缝隙。用爪掏白蚁巢，吹去尘土，双唇和长舌将白蚁从齿缝吸进。懒熊兼食其他昆虫、鸟类、卵、腐肉、花及浆果。

大熊猫

大熊猫皮毛为黑白二色，惹人喜爱，是哺乳动物中最著名和最受人类宠爱的稀有动物。只产于中国中部，那里的山地森林中生长着浓密的竹子。以嫩竹和竹根为食，偶食其他植物和小型脊椎动物。

大熊猫在食肉目中食肉性极不明显，以素食为主。嚼肌十分发达，颊齿宽大，齿尖浑圆。前爪一腕骨称为第六趾，粗大、细长，拇指状，可抓握竹茎，采用直立坐姿进食。竹坚硬，不易消化，这在某种程度上解释了为什么熊猫总是不紧不慢，行动迟缓。独居型，一胎一仔或二仔。四岁或四岁以上才达到性成熟期。

熊猫繁殖能力低，这使其成为稀有动物。现存野生熊猫不足1000只。尽管已经采取了保护措施，但是由于栖息处遭到破坏，加之愈演愈烈的偷猎行为，熊猫各种群被分隔，数量也有所减少。导致熊猫死亡的另一个原因是竹子开花、结种后枯萎。这种现象每百年出现一次，最近一次发生在20世纪70年代。农业和其他人类活动对熊猫种群的影响使熊猫很难迁徙到竹林繁茂地区。众所周知，尽管可以人工饲养熊猫，但要使其繁殖十分困难。

熊猫独特的生理特点使其在分类学中地位问题产生很大分歧。过去曾将其与浣熊划为一类，或将它和浣熊科的小熊猫单独划出一目。现在已将其视为食肉目合法成员。

参见

- 哺乳动物的出现 98页
- 食肉目：一般特征 122页
- 其他食肉目动物 123—127页 128—131页

熊凶恶、残忍——是事实还是误传

阿拉斯加的科迪亚克熊是食肉目最大动物，鼻到尾部长2.5米(8.25英尺)。

熊以凶恶、善斗而闻名，成为人类的捕杀对象。熊看上去喜欢搂抱，样子乖巧，但实际上非常强壮，遇到危险毫不畏惧。雌熊和幼熊常常对人类发起攻击。熊的听觉和视觉较差，只是受惊吓或刺激时易发起进攻。如果它们发现人类的存在，它们很可能干扰人类的生活，这是一个潜在的危险。这一点在居住地附近或公园的野餐区表现尤为突出。熊经常在这里出没，搜寻食物。人类清理熊的栖息处用于耕作时易与熊发生冲突，结果它们可能会不断地偷袭庄稼和家畜。

浣熊及其亲缘动物

浣熊科含16种，包括浣熊、南美浣熊、环尾貂，尖吻浣熊、蜜熊和小熊猫。除小熊猫以外，其他浣熊科皆在新大陆发现。普遍认为本科与熊科有亲缘关系，外表与犬科相似，面部酷似狐。

浣熊科为小型食肉目，体尾细长，多为浅褐色、浅红色和浅灰色。个别种类尾部有深色环，脸部深浅印迹十分突出(称为面罩)。多为杂食性，严格意义上来讲不完全是食肉目，是该目中非特化动物。陆栖，善攀援。蜜熊和小熊猫等主要为树栖。

一般特征

浣熊科动物脚有五趾，曲爪短小，不能缩进。与熊科动物相似，属趾行动物。面部宽短、尖吻。南美浣熊鼻奇长，活动灵巧，小耳呈圆形，多皮毛。牙齿与食肉目其他动物(见122页)相似，没有特化。犬齿狭长，环尾貂的裂齿发育良好。前臼齿尖小，臼齿宽圆，切齿没有特化。多以无脊椎动物和小型脊椎动物为食，兼食浆果和其他植物。喜独居，只有雌性南美浣熊群居而生。

浣　熊

浣熊生性好奇，喜恶作剧，在美洲声名狼藉。它们经常侵袭农作物和垃圾堆。前爪灵巧，能从小溪和池塘中捞食鱼和淡水蜚虾。适应能力强，经常出没在人类活动范围内，如城市或者近郊(见213页)。浣熊广泛分布于中美洲和美国。最近几年，活动范围向北扩展至加拿大南部。和浣熊科其他动物相似，无冬眠习惯，但在较寒冷地区，浣熊冬季皮毛增厚，活动减少，多数时间栖居在巢穴中。

蓬尾浣熊是浣熊科较小的动物。身长约1米(39英寸)，长茸尾为全长的二分之一。多出没在美国及墨西哥。昼伏夜出，树栖型，以小动物、坚果和浆果为食。

小熊猫

小熊猫为新大陆以外惟一自然分布的浣熊科动物。仅限于中国南部至喜马拉雅山大片森林地带，还包括海拔为1800—4000米(5900—13,100英尺)的茂密竹林丛地。皮毛浓密，呈赤褐色。长尾毛茸茸，面部酷似狐，大耳。面罩为白色和深色混色皮毛。足多毛发，爪可缩进。小熊猫与大熊猫相似，前足亦有拇指状结构，系腕骨的扩展，方便抓握，为退化器官。善攀援，栖于地面。睡觉时蜷伏在树上，尾巴盖住头部，因此又称“猫熊”。以素食为主，如嫩竹芽、草、树根和浆果。兼食昆虫、鸟、卵和小型脊椎动物。由于栖息地遭到破坏，因此小熊猫数量在逐渐减少。

皮毛具有商业价值，在北美每年捕杀一次浣熊。浣熊皮毛珍贵，因此被引进欧洲和俄罗斯许多地区，一些地区仍有野生种群出没。浣熊和同科其他动物一样，传播狂犬病，因此在各地，尤其在美国遭到捕杀。

南美浣熊

南美浣熊吻部特征显著，吻长，微微上翘，活动灵巧，易于刺杀猎物。长尾有黑环。行动迅速、敏捷，善攀援。前爪长，便于攀缘和翻找食物。以昆虫、无脊椎动物、鸟类、卵为食，兼食小脊椎动物和浆果。

南美浣熊生活在南美和中美洲的森林和灌木丛林地带。日间活动。成年雄性多独居，雌性通常群居。每群数目不等，5—12只雌熊及其幼仔生活在一起。种群内协作行为各异，如放哨及驱走捕食者，相互整理皮毛，哺乳对方幼仔等。单身雄性只在交配期才能加入雌性种群。雌性在树上搭起平台式巢穴，每窝产3—5仔。幼仔长至5—6周后，离开巢穴，加入种群。

蜜熊和尖吻浣熊

蜜熊和尖吻浣熊外表和习惯极为相似，长尾细身，短腿。生活在南美热带丛林。但蜜熊尾可缠绕，长舌伸缩自如，吸食蜂蜜和花蜜。多以浆果为食。尖吻浣熊为杂食性，兼食无脊椎动物和小型脊椎动物。蜜熊腺囊在胸腹部，无肛部腺囊。

参见
· 哺乳动物的出现 98页
· 食肉目：一般特征 122页
· 其他食肉目动物123—129页
131页

鼬科及其亲缘动物

鼬、獾、臭鼬、水獭和它们的亲缘动物，共67种，构成了最大的食肉动物科——鼬科。鼬科动物广泛分布在除澳大拉西亚、马达加斯加和南极洲以外的世界各地。许多鼬科动物，如鼬（最小的食肉动物），体小、柔软、躯干长、腿短，而另一些，如獾、狼獾，体大健壮。

鼬科动物的外表和栖息地各异，但它们的共同之处是：裂齿和肛门臭腺发育良好（见122页）。栖息地很广，包括淡水水域、海洋和陆地，尤其是北半球温带地区，多为食肉动物。

一般特征

鼬科动物的皮毛接近棕色或呈浅灰色，但有些动物，如獾和臭鼬，长有独特的斑点和条纹。生活在北半球的鼬和白鼬，皮毛在冬季变成白色（见174页）。鼬科动物的五趾上都长有爪，但不能自如伸缩。多数鼬科动物是趾行动物；小的鼬科动物奔跑时呈跳跃状，而大的鼬科动物行动缓慢。虽然长有裂齿和长的犬齿，但牙齿还没有专化功能。鼬、白鼬、臭鼬和水獭是食肉动物，主要以体小的脊椎动物为食，另一些则是杂食性动物，既食无脊椎动物，也食果实和种子。它们的视觉和听觉良好，但主要靠嗅觉捕食。

鼬科动物的肛门臭腺发育良好，既可用于防御侵袭，也可用于群体交流。臭腺能产生一种刺鼻的油气味，经过括约肌贮存在通向直肠的臭囊中，一旦受到威胁，立刻伸展括约肌，气味由肛门喷向侵袭的一方。

多数鼬科动物独居，只在交配季节才汇集在一起，且时间很短。交配时间很长，双方处于高度兴奋状态，只有这样，雌体才能产卵（这种现象叫诱导产卵）。为帮助雄体完成过程，阴茎由阴茎骨支撑，这是食肉目动物的特点。

冬季，许多鼬科动物，如白鼬、貂、水貂和紫貂，长有长而密的皮毛，经济价值很高。几世纪以来，这些动物的皮毛一直用于交易，对发展北半球的地方经济起重要作用。由于皮毛的需求量增加，鼬科动物也遭受过度捕猎，原因是制一件大衣需300张白鼬皮。这些珍贵的鼬科动物正面临威胁，因此许多地区已开始控制捕猎。养殖水貂可以保证皮毛的稳定供应，但是近几年来，随着时尚的变化和人类保护意识的加强，鼬科动物的需求已经减少。

鼬

鼬、白鼬和臭鼬是凶猛的食肉动物，虽然体小，却能捕食比它们还大的动物，如兔，也食体小的啮齿目动物、鸟、蜥蜴和昆虫，它们广泛分布在美洲、非洲和欧亚大陆。鼬长有条纹，臭鼬和美洲臭鼬长有大理石状花纹，它们的头和躯干长有独特的黑、白（或黑色和淡黄色的）斑点。鼬科动物中，鼬最小，实际上，鼬是最小的食肉动物，躯干特别长且柔软，颈长、四肢短。

獾

獾是体格健壮的鼬科动物，颌坚硬，裂齿发育良好，口吻长，用于拱土觅食；爪很大，用于挖洞穴，它们的洞穴很大。多数獾昼伏夜出，嗅觉灵敏，视力很差。食体小的脊椎动物、无脊椎动物和果实，而欧洲獾主要以蚯蚓为食。不同于其他众多鼬科动物，它们成群活动，每群有12只，生活在同一个洞穴内，但单独觅食。獾的毛发又粗又硬，从前用于制修面刷和画笔。

水　獭

水獭是惟一的真正的水生鼬科动物。躯干柔软，尾粗，四肢短，足部长有蹼，游动时耳朵和鼻孔能闭合。皮毛的下层绒毛短而密，上面的毛很长，因此适于在水中生活，并有助于保持体温。吻部的长须很敏感，适于水下觅食。多数水獭食鱼、蛙、淡水蛰虾、蟹和其他大的水生无脊椎动物。

生活在太平洋北部的海獭是最大的鼬科动物，它们只生活在海洋中，即使产卵时，也很少靠近海岸。海獭用前足将海胆、蛤、鲍从岩石上剥离，用圆形臼齿压碎后食用。它们也是为数不多的会使用工具的哺乳动物之一（见150页），从海底拾起石子，并用它将有壳的水生动物从岩石上敲打下来，然后凿开坚硬的外壳。海獭在游动时，将石子放在胸部，其作用类似砧。

臭　鼬

新大陆臭鼬的独特之处在于，它们能从肛门臭囊中向侵袭的一方喷射难闻的液体，小臭鼬出生一个月后，就具备此功能。臭鼬在喷射液体之前，通常预先给出警告信号：跺前足，竖尾，行走时腿部僵直。臭鼬的条纹黑白分明，也是对想要捕食的食肉动物的警告。如果侵袭的一方一定要捕食，臭鼬会瞄准它们的脸部喷射，气味不仅难闻持久，而且极刺激眼睛。臭鼬体长2米（6.5英尺），而它们喷出的气味可传至4米（13英尺）或更远。

参见
- 哺乳动物的出现　98页
- 食肉目动物：一般特征　122页
- 其他食肉目动物123　130页

常见的臭鼬或欧洲臭鼬，独居，昼伏夜出，生活在欧亚大陆和北非的林地中，主要在地上猎食，以多种小动物为食。和其他鼬科动物一样，肛门腺囊发育良好，腺囊既用于划定地盘，也用于防御侵袭，这些腺囊的分泌物异常难闻。

兔、野兔和鼠兔

常见的野兔、兔(兔科)和更小的、形似啮齿目动物的鼠兔(鼠兔科)共同构成兔形目。兔和野兔的耳朵长且能活动、眼睛大、尾短、后肢格外长、能在旷野快速跳跃。与此相反、鼠兔的前、后肢均短、适于攀爬、生活在多岩石的环境中、无尾、与野兔和兔相比、耳朵更短、更圆。

正在北冰洋的加拿大属地——埃尔斯米尔岛荒原上食草的北极兔。

兔和野兔的栖息地遍及世界。雪兔和北极兔生活在寒冷的北极冻原，黑尾长耳大野兔生活在炎热的半沙漠地带，东门答腊野兔生活在热带山地森林，北美洲沼泽兔生活在温暖的沼泽地。鼠兔的栖息地仅局限于亚洲、北美洲的高山地区及亚洲大草原。尼泊尔大耳鼠兔的栖息地是所有哺乳动物中海拔最高的，高达6100米(20,000英尺)。

一般特征

兔形目动物虽然外表各异，却具有某些共同特征。毛长、柔软，足部长满毛(啮齿目动物则不同，足部无毛)。眼睛位于头侧上方，视线很广，鼻孔窄，呈裂缝状，表皮呈褶状结构，因此鼻孔能张开闭合。和啮齿目动物一样，兔形目动物的门齿不断生长，适于切碎植物。此外，它们上颌内的大门齿后面长有一对小钉状门齿。颈部较长，能灵活转动，因此头部的活动范围大于啮齿目动物。兔形目动物和啮齿目动物虽然存在上述区别，但通过对它们的核糖核酸的研究表明：二者之间具有最近的亲缘关系。人类已知的最老的兔形目动物可追溯到5亿年前的始新世初期，它们生活在东亚。

兔形目动物食粗纤维的草、草本植物和其他植物，它们的消化系统易于消化这些食物(见179页)。盲肠大，内部细菌能辅助消化纤维素，纤维素是植物细胞壁的主要组成成分。与啮齿目动物一样，兔形目动物也食粪：食物最初经过肠，之后产生很软的黑色粪粒，粪粒被吞咽并再次消化，以此获取更多的营养成分。

兔和野兔

兔和野兔共44种。兔通常栖息于洞穴内，而野兔生活在地面上，栖息地更开阔，逃离食肉动物的速度极快，最快时速达80公里(50英里)。兔和野兔的大耳朵有助于察觉食肉动物，低头吃草时，这种功能更明显，气候温暖时，也用于散热。在最北部地区，某些兔和野兔的皮毛在冬季呈浅色(通常为白色)，这对它们起到更好的保护作用。兔出生时无视觉功能，周身无毛，而野兔出生时立即睁眼，全身长满毛。

兔很小时(雌性欧洲兔出生后三个月)就达到性成熟，妊娠期短，一胎产一窝幼兔。此外，雌兔产幼兔后，能很快再次进入妊娠期，因此兔的繁殖率极高。同样死亡率也高。它们常被食肉动物捕食，是狐狸、猞猁等大型动物的主要捕食对象。它们抵御疾病、恶劣气候和食物短缺的能力很差。兔和野兔的数量波动很大，北美洲的雪兔就是很好的证明(见172页)。

鼠兔

鼠兔共14种，多数栖息在山脉的岩石中，一旦遇到不利情况，便可退到岩石的裂缝中躲避，另一些鼠兔栖息在亚洲大草原的洞穴中。通常独居，并划定自己的地盘。以草、莎草甚至苔藓和地衣为食，与其他兔形目动物一样，鼠兔也食粪(见上文)。在冬季，它们透过积雪以树皮和灌木皮为食。虽然不冬眠，却在夏季贮存植物以备冬用。栖息在岩石中的鼠兔将过冬的食物贮存在裂缝中，而栖息在大草原的鼠兔将植物堆在洞穴附近，这些植物有时重达6千克(13磅)。

参见

- 哺乳动物的出现 98页
- 啮齿目动物 133页
- 种群动态 172页
- 神经系统 182页
- 性与繁殖 184页
- 害虫 230页

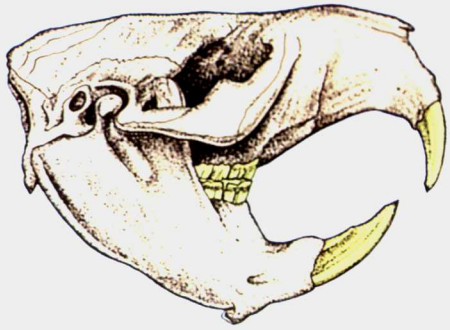
兔和人类

许多世纪以来，兔肉、兔的皮毛和它们的娱乐作用一直对人类有重要意义。罗马人将欧洲兔饲养在有围墙的场地，中世纪时移至养兔场。它们最初生活在南欧，近些年来已被运送到许多新的栖息地。现在的许多种群，包括英国和澳大利亚的，都是引入种的后代。在这些新环境中，以兔为食的野生食肉动物并不多，它们的繁殖能力很强，种群迅速扩展，由于大量食草，牧场和庄稼遭受破坏，兔成为有害动物。为减少它们的数量，人类已尝试了设陷阱捕捉、或采用将它们射死、毒死的办法，但最有效的控制措施是使用能导致多发性粘液瘤病的病毒。这种病毒是兔的野生奇主，对南美洲林兔无害，却对欧洲兔有致命作用。此病毒在1951—1952年引入澳大利亚后，又引入英国和欧洲的其他地方，兔的种群受到破坏。现在兔已对此种疾病产生一定的免疫能力，因此数目再次增加。

生活在美国科罗拉多州的北美洲鼠兔正在晒干草以备冬用。

啮齿目动物

在哺乳动物中，啮齿目动物的种类最多、数目最多、分布也最广，它们几乎占哺乳动物总数的40%。啮齿目有30个科，1700种动物。许多啮齿目动物体小，重量不足10克(1/3盎司)。但多数体大，重1千克(2.2磅)，水豚是最大的啮齿目动物，重达66千克(146磅)。



海狸的颅骨

啮齿目动物对环境的适应能力和捕食能力极强，生活在除南极洲以外的各大洲的陆地上，栖息地种类很多，有些在北极冻原生活并繁殖，有些终生栖息在炎热干燥的热带沙漠，以种子为食并从中获取水分。多数生活在陆地上，许多栖息在树上，一些生活在半水生环境中。啮齿目动物能快速适应周围环境的变化，原因是它们吃各种食物并且繁殖能力强。

啮齿目动物的化石记载甚少，但在北美洲发现的化石记载可追溯至5.7亿年前的古新世，那时，啮齿目动物的主要特征就已形成。最早的啮齿目动物形状与松鼠接近，但在随后的古新世(5.3亿—3.4亿年前)啮齿目动物的种类发生了很大变化。

根据啮齿目动物的颌肌和颅骨的相关部位的排列，啮齿目动物可主要分成3类。从生物分类学的角度看，嚼肌是重要的部位，它的作用是合拢下颌并使它向前伸，有助于咬断食物，咬断食物是啮齿目动物的特点。啮齿目的3个亚目分别包括：松鼠形啮齿类动物、豚鼠形啮齿类动物和小家鼠形啮齿类动物。

一般特征

啮齿目动物虽然外表各异，基本结构和主要特征却很相似。牙齿很有特点，长有两对凿状门齿，能咬碎最硬的坚果(啮齿目动物一词源于拉丁语，意思是咬)。门齿随着年龄的增长而不断生长，上面的一对门齿较长，盖住下面的一对，两对门齿彼此磨损，因用于咬碎硬质食物而变得薄而锋利。门齿和颊牙之间是齿隙，有助于咬碎食物。嘴唇能进入齿隙，因而门齿咬碎的不能消化的木质碎屑无法进入口中。啮齿目动物无犬齿，但有大的颊齿，表面是几层弯曲不平的珐琅质，颊齿表面复杂，易于磨碎食物。珐琅质层的模式各异，它们对生物分类有益处，使许多动物得以彼此区分。许多啮齿目动物长有颊袋，垂至肩部，用于贮存并运送食物。颊袋的表皮长有毛，呈褶状结构，能将里面翻出来清洗。

生活在加拿大班夫国家公园的旱獭。在落基山脉和欧洲阿尔卑斯山脉的山谷中能经常听到它们的尖叫声，当听到脚步声时，它们会变得很驯服。

啮齿目动物基本上为食草动物，主要以种子、果实、树叶和根为食，但也食无脊椎动物，如甲虫、蚱蜢和昆虫的幼虫。有一些啮齿目动物为食肉动物，包括澳大利亚水鼠，它们以小鱼、蛙和软体动物为食。为充分利用营养成分，同兔、野兔一样，啮齿目动物也食粪：食物初次消化后，产生软而湿的粪粒，粪粒被食用再进一步消化。第二次消化产生的硬而干的粪便不再利用。啮齿目动物的嗅觉和听觉良好，触须长且敏感，夜间活动的啮齿目动物眼睛大。

松鼠形啮齿类动物

松鼠形啮齿类动物的颌肌和颅骨的相关部位的排列较为简单，不具备专化功能(这一点未必能表明此动物群中的不同动物具有相似的进化过程)。尤其是深部嚼肌很短，只用于闭颌。它们彼此分叉，在进化初期就有别于其他啮齿目动物。这一组动物不仅包括真正的松鼠(遍及世界大部分地区，树栖食种子动物)，还包括许多

生活在北美洲南部的飞鼠正准备滑翔，带毛的飞膜清晰可见，折叠在前、后肢之间。它能滑翔60米(200英尺)，但这一距离无法与它的同类，即生活在南亚的大红飞鼠相比，它的滑翔距离长达450米(1500英尺)。

栖息于陆地上的形似松鼠的动物(旱獭、地松鼠和花鼠)和更格卢鼠、囊鼠、海狸以及很特殊的跳兔。

松鼠共270种，广泛分布在除澳大拉西亚和南极洲以外的各大洲。在哺乳动物中，松鼠的颜色最鲜艳，尤其是热带松鼠，条纹和斑点呈黑、白色，毛呈黄褐色。许多松鼠的眼睛大、视力好，能测出树枝间的距离，这对于在树上栖息并跳跃的动物很重要。松鼠前肢短，足趾上的爪很尖，有助于爬行。后肢长，能增强跳跃能力。飞鼠的带毛的飞膜位于身体两侧的前、后肢之间，并附着在腕部。飞鼠伸展肢体时，身体也变长，尾部起平衡作用，因此能平稳地在树木间滑翔。不用飞膜时，将它们折叠，以免影响奔跑和爬行。地松鼠，旱獭和草原犬鼠成群地栖息在无树的高山地带的地下洞穴中，以草和草本植物为食。在北部生活的这些动物，只在夏季的三个月活动，在此期间，它们必须繁殖并进食，为漫长的冬眠做好准备(见175页)。囊鼠的门齿很大，前爪锋利，适于挖洞，因此适应在地下洞穴中生活。

海狸是最大的啮齿目动物之一，头躯长1.2米(近4英尺)，适于在半水生环境生活。皮毛厚，外层毛长，有抗水功能，内层毛软而密，有助于保持体温。后足大且长有蹼，尾灵活，并扁化成水平方向生长的扁鼓节；这些特征使海狸能持续平稳地游动。潜入水中后，鼻、耳都能闭合，眼睛上有一层半透明的膜。嘴唇能在门齿后面合拢，口可以闭合，舌后部将咽喉封住，因此海狸在水下能借助木棍游动而不会淹死。它们成群活动，有各自的地盘，用河流中的泥、沉积物和树枝筑窝和堤坝，通过合作改变栖息环境，这是其他哺乳物无法做到的(见插图，161页)。欧洲海狸曾一度遍及欧亚大陆，现存数目却不多，生活在法国、德国、斯堪的纳维亚和俄罗斯中部。十八九世纪皮毛交易兴隆，美洲海狸遭受过度捕猎濒临灭绝，但现已重新定居，栖息地几乎遍及北美洲。

豚鼠形啮齿类动物

豚鼠形啮齿类动物虽然包括许多体大动物，代表动物却是常见的原产南美洲的豚鼠。它们外表各异，种类众多，有小豚鼠、八齿鼠、硬毛鼠、绒鼠、无尾刺豚鼠、巴塔哥尼亚野兔、刺豚鼠、体大的豪猪和水豚。然而，它们的诸多共同特征(尤其与嚼肌和颅骨的排列有关)使它们形成了一个野生的、相互关联的动物群，与松鼠形啮齿类动物不同，它们的嚼肌一直延伸到口吻处，有助于咬断食物。另一个特征是，妊娠期长，幼仔出生时较小但发育良好。小家鼠出生时看不见东西，体表无毛，与它们不同，豚鼠出生时立即睁眼，体表有厚毛。多数动物生活在陆地上，但一些豪猪栖息于树上，水豚(最大的啮齿目动物)因足部长有蹼，能水陆两栖。许多动物，包括豚鼠，成群活动。

豪猪生活在新、旧大陆。特点是：刺毛和刺都很长，有保护功能，是毛发的变体，刺毛是实心的，刺是空心的(像羽毛)。刚出生的小豪猪也长有刺，一旦受到威胁，就竖起刺毛和刺，奔跑时侧身或背向侵袭的一方。豪猪的刺与之接触后，能刺入它的皮内，这些刺虽然无毒，却很难拔掉，并产生脓毒。新大陆豪猪善于攀爬，原因是爪子大，足底无毛，能牢牢抓住东西，一些豪猪的尾巴能缠住树枝。它们以树叶、种子、浆果、树皮和其他植物为食。

非洲鼹鼠终生栖息在干旱地区(不包括沙漠)的地下洞穴

鼠和人类

啮齿目动物的繁殖能力强，数目激增。1941—1942年，加利福尼亚中心山谷的种群数目达到高峰，小家鼠和田鼠的数目为每公顷20万只和1200只(每亩81,000只和485只)。啮齿目动物分布如此密集，其进食方式对野生植物造成严重破坏，但最主要的是对农作物和粮食的破坏。据联合国粮农组织估算，啮齿目动物一年耗掉的粮食总计4250万吨，它们消耗的食物等于全世界每年的谷类植物和马铃薯的总产量。

啮齿目动物不仅数量很大，而且多数对经济具有破坏作用。给人类造成危害的动物有褐鼠、板顶鼠、蔗鼠、尼罗鼠、多乳鼠和小家鼠，它们常常偷食粮食，排出的粪也污染粮食，欧洲仓鼠和根田鼠在田里挖洞，进食，破坏庄稼，非洲沙鼠也如此。松鼠，包括北美灰松鼠，刮树皮，但这种局部破坏并不严重。啮齿目动物也使建筑物的构造受损。咬坏电缆导致农场失火，挖洞破坏排水管道和公路。

啮齿目动物能携带20余种病原体并传播多种疾病，其中有引发腺鼠疫(黑死病)的细菌，由鼠疫蚤传染给人类。14世纪40年代黑死病第一次在欧洲大面积蔓延，死亡人数占人口总数的三分之一，14至17世纪欧洲约有2500万人死于此疫病。1892至1918年，黑死病席卷印度，又有1100万人被夺去生命。此外，啮齿目动物也传播钩端螺旋体病(外耳氏病)、拉沙热、鼠咬热和鼠型斑疹伤寒，这些疾病都可能导致死亡。

虽然啮齿目动物有种种破坏作用且传播疾病，它们对人类也有益处。许多动物的肉直接供当地人食用，如南美水豚和西非蔗鼠。另一些动物，如海狸、南美河狸鼠和绒鼠，皮毛具有很高的经济价值。小家鼠和褐鼠广泛应用于实验室研究和药品及其他产品的检测。

中，洞穴很多，以根、茎为食。虽然视力差，无外耳，但是体健肢短，因而能穿行于洞穴之中，皮特别松，在洞穴内行动敏捷，转动自如，既能前行，也能后退。门齿很大，前足的爪长而锋利，用于挖土。多数鼹鼠独居，即使群集，数目也很少。而对无毛鼹形鼠的研究表明，它们的群集方式复杂而特殊(见158页)。

小家鼠形啮齿类动物

小家鼠形啮齿类动物占哺乳动物的1/4，小家鼠和褐鼠为代表动物。体小，在陆地生活，昼伏夜出，食种子，繁殖能力强。它们外表各异，但嚼肌的排列方式相同，臼齿结构也相同，嚼肌的深枝和侧枝向前延伸至口吻处，咬断能力很强。

多数小家鼠形啮齿类动物属于鼠科，鼠科包括1000余种动物，有些甚至分布在澳大利亚和新几内亚，那里无其他土生有胎盘哺乳动物。鼠科动物还有树栖的榛睡鼠，行动敏捷的林跳鼠，沙漠中的飞鼠、沙鼠、田鼠和旅鼠、欧亚大陆的肓鼹鼠，它们遍布世界，人类已将一些鼠，尤其是小家鼠、褐家鼠和黑鼠引入远离它们最初栖息的地方(人类并未意识到这种做法的后果)。

小家鼠啮齿类动物存活时间短，很小时繁殖能力就强。发情周期和妊娠期短(见185页)，繁殖季节长。雌性小家鼠出生两个月后性成熟，一胎产八个幼仔，三、四周后能再次繁殖。但是，寿命一般不超过两年(野生鼠寿命更短)。许多大鼠和小家鼠偷食粮食并传播疾病，给人类造成种种危害(见方框)。

啮齿目动物中，田鼠和旅鼠最小，鼻圆，尾短。在北温带它们的数目变化很大，每3—4年为一周期，多则每公顷330只(每亩133只)，少则每公顷50只(每亩20只)。有时数目更少，原因是食物供应减少，社会问题和疾病导致死亡或迁移。挪威旅鼠因种群过于密集而成群迁移(见172页)。田鼠和旅鼠是猫头鹰、狐狸和其他食肉动物的主要食物，这些动物的数目也随食物的变化而上下波动。

旧大陆收巢鼠是最小的啮齿目动物之一，仅重7—10克(1/4—1/3盎司)，体长13.5厘米(5 1/3英寸)，尾巴能缠绕，长度占身体的一半。这些特征使它们能在谷物上攀爬和筑巢。

欧亚大陆的盲鼹鼠适应在地下生活。眼睛睁不开，无外耳或尾，门齿大而突出，挖洞时不张口。头两侧的触毛短而硬，能在黑暗中确定方向，生活在干旱地区，如俄罗斯南部大草原，食地下球茎和块茎，很少出现于地表。

参见

- 哺乳动物的出现 98页
- 无毛鼹形鼠(方框) 158页
- 动物建筑师 160页
- 种群动态 172页
- 鼠胚胎的发育(方框) 186页
- 害虫 230页

水豚及其幼仔。重达66千克(146磅)，体长1.3米(4英尺3英寸)，南美水豚是现在的最大的啮齿目动物。水豚的亲缘动物已灭绝，它们大若犀牛，使水豚显得非常矮小。

灵长目动物：一般特征

在哺乳动物中，灵长目动物一直是人类重点研究的对象，部分原因是人类自身就属此范畴。除人类外，灵长目的180种动物包括狐猴、懒猴和类人猿。它们对环境的适应能力很强，行为也很复杂。因此能利用多种生态环境。多数灵长目动物已适应在树上生活，但许多仍生活在地上。它们的食物也多种多样，一些以树叶、果实和其他植物为食，另一些以昆虫为食，许多动物既食树叶和果实，也食活的猎物。

卡尔·林奈是近代生物分类学的创始人(见18页)，他于1758年在《动物分类》一书中阐明人类是灵长目中最高级的动物。然而，这个观点直到100年后，达尔文发表了有关进化方面的理论，才开始被人们接受(见12页)。

灵长目动物最初出现在古新世(6.5亿—1.3亿年前)，当时生活在北美洲和欧洲。早期的灵长目动物体小，酷似树鼩(见方框)，林栖，主要以昆虫为食。与啮齿目动物相似，门齿长。这一特点和它们的分子结构表明：灵长目动物和啮齿目可能是同宗动物(见101页)。

灵长类的特点

灵长目动物的一些共同特点使它们有别于其他动物。五指(趾)上是扁平的指(趾)甲，而其他哺乳动物的指(趾)上却是弯爪。大拇指(一些动物的第一趾)能与其他四指(趾)对握，抓住小东西(见插图)。口吻短，与多数哺乳动物相比，嗅觉已退化，主要依靠视觉。大眼睛很有特点，视线朝前，两眼的视野相叠，形成清晰的双眼视觉。

人类曾一度认为灵长目动物的上述特点与它们的树栖习性有关；手能抓握树枝，视觉敏锐有助于在树枝间跳跃。但是其他栖树动物，如松鼠，却不具备这些特点。现在人们对此做出新的解释。这些特点使它们适应在夜间凭借视觉捕捉在外层树枝间快速移动的昆虫。以昆虫或植物为食的哺乳动物，双手都能抓握，双眼视觉的主要作用是准确捕捉快速移动的昆虫，而不是测量跳跃距离。此外，双眼视觉使视轴不断会聚，因此造成嗅觉退化。

灵长目动物的另一个突出特点是脑容量大。这不仅使它们能更好地学习并适应环境，还有助于它们之间进行复杂的群体交流。哺乳动物中，灵长目动物的群集体系种类很多，有些有时独居，有些一雄一雌单配，狒狒和黑猩猩的群集体系更复杂。灵长目动物在交流时发出多种声音，且有面部表情(见154页)，触觉和嗅觉对于高级灵长目动物的交流都起到重要作用。

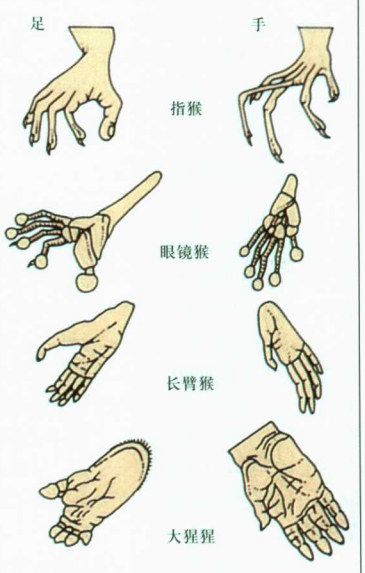
雌体一胎产一个或两个幼仔，幼仔长时间依赖母体，猴需要3年，类人猿5年，人类14—18年。这种长期依赖母体的特点与脑的不断增大有关，而且使幼仔有机会学习它们复杂群集体系中突出的生活习性和捕食技巧。

灵长目动物的分类

灵长目动物的分类方式不一，迄今尚无定论。但根据一个为多数人(尽管并非所有人)接受的分类方式，灵长目主要分为两个亚目。狐猴和懒猴(有时亦称低等灵长类或猿猴类)构成猿猴亚目，而猴、类人猿和人构成类人猿亚目。

高级灵长类根据鼻的某些结构特点又分为两类：广鼻猴类(新大陆猴)和狭鼻猴类(旧大陆猴，类人猿和人)。新的分类方式将眼镜猴也纳入高级灵长类，尽管有些权威人士将它们单独列入跗猴亚目中。

手和足



灵长目动物的一个突出特点是：手和足的结构变化大，它们能灵活地抓握物体。

指猴的特点是除第一趾外，其余各指(趾)上长有爪而不是指(趾)甲；不同于多数灵长目动物，攀爬树木时，指猴用爪挖开树皮而不是抓握树皮(见137页)。眼镜猴的指(趾)上长有圆盘状的垫，能牢固抓握物体(见138页)。长臂猿的指极长，大拇指和第一趾与其他四指(趾)的开裂幅度大，因此能完全对握(见140页)。大猩猩的手适于“趾行”，但与所有类人猿一样，仍能灵活抓握。

树鼩

一只马来西亚树鼩。

树鼩共18种，体小，形似小鼩或鼠，栖息在东南亚热带森林中，食昆虫或果实。人类一直在争论树鼩应列入灵长目动物还是食虫目动物(包括真正鼩)。与食虫目动物相似，树鼩上颚有三颗门齿，但大脑中参与嗅觉的那一部分较食虫目动物小。大脑半球较大，同灵长目动物一样，眼睛后面有一长条骨。树鼩和狐猴有很相似之处，但具体的繁殖和行为方式各异。雌体一胎产1—4只幼仔，每48小时哺乳一次。树鼩的这些奇特之处使它们被单列一目。它们与早期的化石灵长目动物极为相似，因此不禁使人类联想到早期灵长目动物的外表和行为。

参见
· 哺乳动物的出现 98页
· 灵长类动物种群137—141页
· 学习与智力 150页
· 身势语（方框） 154页
· 动物生理学 178—191页

狐猴、懒猴及其亲缘动物

低等灵长类动物主要包含两类：一类是懒猴及其亲缘动物丛猴和树熊猴，另一类是狐猴。体小，夜间活动，生活在非洲(尤其在马达加斯加岛)和南亚的热带森林中，它们曾一度被视作简单动物，现在却是公认的由早期灵长类不断演变而来的高度专化动物。狐猴尤其特殊，在马达加斯加岛与非洲大陆分离后，在岛上独居。进化过程长达6000万年。

多数低等灵长类动物尾长蓬松，吻狭长，前唇基无毛且潮湿(高级灵长类的前唇基很干)。第二趾上保留爪，用于梳理清洁，其余指(趾)上均是扁平的指(趾)甲。下门齿和犬齿水平生长，形成很有特点的齿梳，辅助梳理清洁。

狐　猴

狐猴共5科21种，分布仅局限于马达加斯加岛，虽然一些已传入附近的科摩罗岛。真正的狐猴有8种，大小似猫。头躯长45厘米(18英寸)，尾部长度与此相似。杂食，林栖，白天活跃，攀爬，跳跃敏捷。成群活动，数目在10—24之间，雌

环尾狐猴白天活跃，有时爬树，多数时间在地面活动。一胎产一幼仔，体覆毛，出生时立即睁眼，幼体阶段依赖母体。逐渐独立，20个月时性成熟。

鼯　猴

鼯猴共2种，虽取此名，却既不是猫猴，也不是狐猴。但是，它们能在树木间滑翔，距离长达100米(330英尺)，若借助飞膜，距离更远。飞膜是一个很大的皮膜，位于前、后肢之间，并把尾、指(趾)也包在里面。鼯猴生活在印度尼西亚和菲律宾的森林中，食树叶、小虫和嫩枝。上颚长有四颗门齿，很直，胸部长有一对乳头，根据这些特征，林奈——近代生物分类学的创始人(见18页)，将它们连同特征更明显的灵长类动物(和蝙蝠)一并归入灵长目。后来它们被重新划分。列入食虫目之后，又与树鼩和象鼩列在一起。但是，鼯猴的独特的飞膜和牙列最终使它们被单列一目——皮翼目。

性较雄性有地位。每群动物都有自己的地盘，并用上臂的嗅腺将地盘划界，防止邻近动物进入。狐猴的长尾能恐吓异类动物。有地位的雄体将尾在肛门嗅腺处摆动，然后竖尾，向异类动物摇摆。此类“嗅味”战用于决定级系和地盘的所有权。

灵长目鼠狐猴科的6种动物最小：矮狐猴头躯长19厘米(7.5英寸)，鼠狐猴更小，仅13厘米(5英寸)。这些小动物夜间活动，耳大，眼睛大且有反光色素层，位于视网膜后，能提高夜晚的视力。食果实、树叶、树胶、花蜜和花粉。在5—9月的干旱季节，食物缺少，矮狐猴冬眠。

大狐猴科的4种大狐猴是大型动物，最大的头躯长90厘米(3英尺)，尾短。爬行缓慢，在树干和树枝间上下跳跃。白天活跃，食嫩枝、花和果实。能发声，清晨叫声响亮，可能用于划定地盘。其亲缘动物马达加斯加狐猴成群活动，食果实，白天活跃。一些动物的前臂至躯干的表皮呈褶状结构，边缘长有长毛。褶状结构在跳跃时显露出来，有助于在树间滑翔。

指猴(指猴科的惟一动物)外表怪异，头躯长40厘米(16英寸)，粗毛蓬尾，看起来比实际要大些。灵长目动物中只有指猴的乳头长在腹部而不是胸部，除前两趾外，其余指(趾)上都是爪，而不是指(趾)甲，中指细长，能从树皮后钩住幼虫。此外，它们可用一对长门齿将椰子壳咬啐后，用中指将椰子肉从孔中挖出。指猴夜间活动，独居。

嬉狐猴(嬉狐猴科的两种)受威胁时，习惯像拳击运动员那样举起双手，故得此名。它们胆小，夜间活动，食树叶，在自己的地盘独居，地盘以尿和肛门附近的腺体分泌物划界。

懒猴和婴猴

懒猴科包括10种动物，树熊猴和懒猴行动缓慢，婴猴和丛猴行动敏捷(虽然一些权威人士将后者单列一科)，生活在非洲、印度和东南亚，夜间活动，树栖，双眼面向前方。主要食昆虫，但也食种子和花，一些婴猴也以树胶为食。独居，占领地盘，婴猴用尿划定地盘。有亲缘关系的雌性丛猴成群活动并与一个雄体交配，地盘更大，由雄体看管，长达一年之久。树熊猴的交配方式是一雌一雄单配。

懒猴和树熊猴(包括金熊猴)体小，头躯长36厘米(14英寸)，尾短。前、后肢几乎等长，借助它们缓慢攀爬树枝。头圆，眼大，耳小。丛猴的大小类似松鼠，眼大，耳大，它们大小各异。有的婴猴，体长仅25厘米(10英寸)，尾长等于头和躯干之和。婴猴头躯长大约37厘米(14.5英寸)。与树熊猴和懒猴不同，婴猴行动敏捷。后足长，指(趾)和前足掌上的垫突起，抓握树枝更牢。交流时发出10种不同的基本声音。

参见
· 哺乳动物的出现　98页
· 灵长目动物：一般特征136页
· 其他灵长目动物138—141页

新大陆猴

高级灵长目动物(见136页)包括两类，新大陆猴是其中之一。它们生活在中、南美洲的森林中，分为两科，一科是狨科，包括狨和小绢猴；另一科是卷尾猴科，种类较多，有卷尾猴、吼猴和蛛猴。

新大陆猴的学名是阔鼻类，鼻孔很大，朝外而不朝下，此特点使它们明显有别于旧大陆猴和类人猿(狭鼻类动物)。阔鼻类动物的划分主要根据牙列和指(趾)的形状。狨和小绢猴有32颗牙，除第一趾外，其余各指(趾)上都是锋利的弯爪，而卷尾猴有36颗牙，指(趾)上均长有指(趾)甲。节尾猴的线很特殊，有36颗牙，多数指(趾)上长有弯爪，因此这种黑色小动物被单列一科(节尾猴科)。白天活跃，食果实和昆虫，偶尔也食小动物。

狨和小绢猴

狨和小绢猴，生活在中、南美洲，尤其是亚马孙河流域的森林中。共20种，体小，最大的头躯长34厘米(13.5英寸)，尾长于身体的其他部位。重1千克(2.2磅)，最小的矮狨仅重120克(4.5盎司)。头部有簇毛，周围有颈毛；狨的耳部长有白色毛，而金丝小绢猴长有金丝状鬃，很引人注目。

狨和小绢猴体轻，能爬到最外层树枝。狨行动敏捷，而小绢猴和矮狨更习惯在树木间上下移动。与其他灵长目动物不同，它们的大拇指不能与其他四指对握，因此无法牢牢抓住树枝或使用物体。白天活跃，猎食昆虫和其他无脊椎动物，还借助弯爪紧贴树木，咬开树皮吸食树液。树液是狨的主要食物，它们用尿和生殖腺发出的气味将树洞作标记，地盘有1公顷(2.5亩)。树液不是小绢猴的主要食物，它们主要利用其他动物排放的体液；食物较狨多样：体小的脊椎动物、花、果实和花蜜都可以成为它们的食物。这很可能是它们大至5公顷(12.3亩)活动地盘的原因。

狨类动物往往成小群活动，狨每群13只，小绢猴6—25只。成体单配，雌体一胎产两只幼仔，需要雄体和长大的后代帮助照顾。雌性幼仔的繁殖由母兽发出的化学信号控制。

狨和小绢猴生活的大部分雨林正遭受破坏，例如，巴西现存的海岸雨林仅有5%。野生的金丝小绢猴几乎濒临灭绝，但20世纪70年代实行的樊笼繁殖使得这些动物重新回到大自然。

卷尾猴

卷尾猴科共31种猴，较狨和小绢猴体大，最大的(蛛猴)重达15千克(33磅)，躯干长达73厘米(28英寸)。除短尾的秃猴外，卷尾猴均长有长尾，且长于其他部位。秃猴的面部和前额无毛，呈粉色或红色，因此很显眼。

卷尾猴的栖息地遍及南美洲的热带森林，从树的底层到树冠层。除夜猴外，均白天活动。吼猴主要食树叶，此外还食果实、种子和体小的无脊椎动物。卷尾猴、蛛猴和吼猴的尾都能缠绕树枝，因此攀爬时，其作用类似肢体。吼猴和蛛猴的尾端下侧无毛，很敏感。蛛猴的大拇指退化，手呈钩状。

卷尾猴的群集体系不同。夜猴和绢毛猴一雌一雄单配，成小群活动。绢毛猴交往频繁；成对或整群围坐在一起，尾彼此缠绕。松鼠猴每群有300只，在此基础上又划分为单性亚群。卷尾猴的巢区大小不一(最大的有250公顷/618亩)，它们在此范围内活动，用响亮的叫声将巢区划界。吼猴的喉部有特殊的回音腔，叫声可传至几公里外。

蛛猴和其他新大陆猴，包括卷尾猴和吼猴长有能完全缠绕的尾，攀爬时作用类似第五肢。旧大陆灵长目动物不具备此特点。

眼镜猴

从生物分类学的角度看，眼镜猴给人类提出了一个难题。它们看似丛猴，粗毛蓬尾，与多数低等灵长目动物一样，夜间活动，第二、三指(趾)上长有爪。但是，有些特征却与高级灵长目动物类似，前唇基很干，无齿梳，内耳结构相似。眼镜猴曾与低等灵长目动物一同被列入亚目，也曾被单列一亚目，但现在通常被列入亚目(高级灵长目动物)中的跗猴科。

眼镜猴共三种，体小，躯干不足16厘米(6.3英寸)，尾无毛，似大鼠，长27厘米(10.5英寸)。栖息在婆罗洲、苏门答腊和菲律宾的茂密森林中。独特之处是后肢的跗(踝)骨变长，连在一起，因此能在树木间跳得很远。指(趾)上长有圆盘状的垫，适于抓握。眼睛大，视线朝前(其大小等同于葡萄粒大小的人眼)，头部能旋转180度。这些特点也是其他灵长目动物不具备的。

婆罗洲西部的眼镜猴。

参见

- 哺乳动物的出现 98页
- 灵长目动物：一般特征136页
- 其他灵长目动物 137页，139—141页
- 身势语(方框) 154页

旧大陆猴

旧大陆猴共约70种，广泛分布在非洲、亚洲和印度尼西亚，与它们的同类新大陆猴相比，栖息地种类更多，从热带森林直至热带稀树草原。属弥猴科，包括两类：一类是猕猴，包括猕猴、狒狒和长尾猴；另一类是长尾叶猴和疣猴。

生活在婆罗洲加里曼丹的雄性长鼻猴。幼体的鼻子长，但较硬。雌体成熟后，鼻子不再生长。而雄体的鼻子不断生长，最后变得又大又松。当雄体发出大雁般的高声叫喊时，鼻子变得挺直。

与新大陆猴不同，旧大陆猴(狭鼻猴，包括弥猴和类人猿)鼻孔缩小且朝下。旧大陆猴较新大陆猴体大，许多猴的臀尾部皮肤变厚形成秃块。秃块颜色鲜艳，在动物(尤其是雌体)繁殖时增大，白天活跃。许多长有长尾，但不能完全缠绕；另一些无尾。

旧大陆猴成群活动，每群由十只增至几百只。即使同一种动物，每群所包含的数目和群集方式也各异，这是因为它们的食物、栖息地和食肉动物的侵犯程度不同。它们食植物，许多旧大陆猴既食植物又食小动物。

猕　猴

猕猴共45种，大小不一，小的有喀麦隆长尾猴，头躯长40厘米(16英寸)，尾长；大的有南非大狒狒，体长超过1米(39英寸)，重量达30千克(66磅)。猕猴和狒狒的脸似狗，长尾猴的脸更圆，更平。颊袋可贮存食物，在觅食后可以安全享用。

猕猴和其亲缘动物的分布遍及东南亚，北至中国。生活在最北部的赤面猕猴，毛长而密，相依取暖，抵御风雪。生活在欧洲直布罗陀的无尾叟猴很可能是从北非引入的种群。它们实际上是猕猴而不是类人猿，但不同于其他猕猴，雄性照顾幼仔，食甲壳动物。猕猴多用于实验室研究，适应在城市生活，通常成群分布在喜马拉雅山山脚的市场和寺庙附近。

狒狒的群集行为

狒狒体大，生活于地面，通常群集，每群有13—185只。热带稀树草原狒狒的食物充足，每群约50只，包括雄体、雌体和幼体，其中雄体数目居多。狒狒的群集体系较为松散。雄体和雌体都存在级系，而雄体和雌体的联结关系仅局限于交配期间。显性雄体的交配次数较级系低的动物多；活动时雄体守护在雌体和幼体周围，使它们免受威胁。与此相反，阿拉伯狒狒生活在岩石地带，食物不足，动物群由一个雄体、若干雌体和它们的幼体构成，彼此联结紧密。同种动物群共同觅食形成族，约有20个成员，一些族共同活动形成“群”，约有60个成员。夜晚若干群聚集在一起以防止异类侵袭，形成一个关系较为松散的“队”。

狒狒成群活动，多数时间用于梳理清洗。雄体尤其有此习惯，这可以使它们放松，并加强成员间的联结关系。显性动物获得梳理清洗的机会更多。狒狒通常有较为固定的梳洗伙伴。雄性狒狒存在一种“互利现象”。如果它的梳洗伙伴与另一个动物发生争执，它会给予援助，甚至帮助它的伙伴从异类显性动物中找到交配对象。必要时给予帮助的雄体也会从它的伙伴那得到援助。梳理清洗有助于加强这样的互利联盟。

狒狒和山魈是最大的猕猴，生活在非洲撒哈拉沙漠以南地带——狒狒分布在广阔的热带稀树草原，山魈分布在森林中。二态性明显(见159页)，雄体几乎是雌体的两倍。山魈是哺乳动物中颜色最鲜艳的，吻呈红色或蓝色，簇毛和颏毛呈白色。食草、种子、坚果、小虫、昆虫，偶尔也食体小的哺乳动物。狒狒及其亲缘动物白眉猴能做出多种面部表情并发出多种信号。雄性白眉猴的喉囊使其呼叫声扩大，用于驱逐邻近动物。

长尾猴体小，生活在地表，食树叶和昆虫。不同的食肉动物出现时，长尾猴发出不同的警戒呼叫；当蛇、鹰和豹临近时，它们发出的三种呼叫也各异，其他动物迅速逃离。其亲缘动物白颈长尾猴生活在树冠层，颜色耀目，面部和胸部呈黑、白两色，背部和后肢呈红棕色。

疣　猴

疣猴共24种，包括非洲赤道附近的疣猴和东亚的长尾叶猴。最大的长尾叶猴躯干长1米(39英寸)，重20千克(44磅)。脸圆、吻短。主要食树叶，与反刍动物相似(见112页)，胃的容量大，结构复杂，胃内的细菌有助于消化植物细胞壁的纤维素。适于树上生活，大拇指退化，手成钩状。

长尾叶猴生活在亚洲的山区、雨林和干旱地带，也在村庄和城镇觅食。长尾叶猴包括长鼻猴，因雄体的鼻子长而得名(见插图)。非洲疣猴中有一种疣猴很耀眼，皮毛呈黑白两色极漂亮，因此遭受捕猎。成小群活动，每群为8—15只，有一显性雄体，而红色疣猴每群为12—80只。

参见
- 哺乳动物的出现 98页
- 灵长目动物：一般特征136页
- 其他灵长目动物137—138页
- 140页
- 学习与智力 150页
- 身势语（方框） 154页

类人猿

类人猿在亲缘上比其他现存动物更接近人类。这一点以及它们固有的重要性使它们成为人类重点研究的对象。类人猿共64种，按惯例分成：小类人猿(长臂猿)、类人猿(猩猩、大猩猩和黑猩猩)和人，将人从类人猿中单列出来，是人类自身心理满足的需要，而不是生物学的需要。

生活在婆罗洲森林中的猩猩。虽然在亲缘上较其他类人猿远于人类，却非常聪明，并且在行为方面表现出很强的适应能力。为发展农业，森林被过多的砍伐，其面积大大减少，这使得猩猩的栖息地不断减少，但它们习惯独居，因此生存正面临严重威胁。

类人猿和旧大陆猴共同构成高级灵长目动物的狭鼻猴类(见136页)，因鼻的结构不同而有别于新大陆猴。类人猿在几方面不同于它的同类——旧大陆猴。类人猿无尾(尾已退化成尾骨)，胸部宽，肩胛骨位于背部而不是体侧。脑(尤其是大脑皮层)的容量大，结构复杂。这是高级灵长目动物的共同特点，而这一特点在类人猿身上体现得更明显。

长臂猿

长臂猿(长臂猿科)共9种，生活在南亚和印度尼西亚的森林中。与其他类人猿相比，体细长且较小，体长约50厘米(20英寸)，最大的长臂猿——合正猿体长约90厘米(3英尺)，重达11千克(24磅)。脸变圆，吻短且无毛。善于在树冠层间快速移动。肩关节灵活，指(趾)长，臂长，因此能在树木间自如移动，树枝距离较远时，偶尔跳跃。觅嫩枝和果实，也食昆虫、鸟蛋和体小的脊椎动物。长有犬齿。

长臂猿一雌一雄单配，成小群活动。地盘为10—40公顷(25—100亩)，用响亮而优美的叫声向竞争对手暗示它们的出现，喉囊将叫声扩大。雌体和雄体都“唱歌”，而且可以交替“演唱”。

猩　猩

猩猩是猩猩科的惟一动物，分布仅局限于婆罗洲和苏门答腊。其名字源自马来西亚语，意为“森林人”。栖息在各种森林中，有红树属树木沼泽、低地森林和山林。体较大：雄体体长97厘米(38英寸)，重达90千克(198磅)，而雌体较小，重约50千克(110磅)。头大，吻突出，毛呈棕色，略带红色。

猩猩不仅体大，而且手臂长而有力，可借助它们在低层和中间树枝之间攀爬。猩猩睡在树上，每晚筑一新睡巢，睡巢有底和顶。大拇指和第一趾与其他四指(趾)对握，能抓住它们喜欢的食物、果实和坚果。颌大而有力，能凿开坚硬的种壳，当果实和坚果不足时，也食嫩枝、树叶、蚂蚁、白蚁和树皮。用舌舔树叶上的雨水，或将手弯成杯状，从树木凹陷处取水。

猩猩独居。雄体的地盘很大，彼此重叠，在此范围内活动，出现时发出高声叫喊，喊声渐强。喉囊将声音扩大，可传至几公里外。地盘的主人通常彼此回避，但如果相遇，有可能发生争斗。雌体和自己的幼仔生活在一起，或一、三个雌体和幼体成群生活，活动范围较小。一旦交配时机成熟，雌体借助雄体发出的声音找到它。它们在一起的时间为几天，或最多几个月，然后彼此分开，由雌体独自养育产下的一只幼仔。

成年雄性大猩猩或称“银背”。大猩猩群集，由银背管理群体内的事务，但它们之间很少发生侵犯行为。雄体很少与雌体发生争斗。级系低的雄体也可以进行交配，但地位高的雄体在雌体的最佳生育期与之交配。

大猩猩

大猩猩与人类和黑猩猩一起构成人科，有三个各异亚种，分布仅局限于中非。大猩猩是最大的灵长目动物，体大，雄体直立时高约170厘米(67英寸)，重约150千克(331磅)；雌体较小，平均重量为80千克(176磅)。颅骨大，眼部上方的肌肉突出，鼻子扁且鼻孔大；黑色光滑的皮肤被黑色体毛覆盖，完全成熟的雄性大猩猩的背部体毛会变成白色，且略带灰色，亦称“银背”。

大猩猩，尤其是年长的大猩猩，多数时间居于地面。年轻的大猩猩可以在树木上自如攀爬，它们和成熟的雌体在低枝上筑巢。四肢行走，用掌的指关节支撑身体，是完全的素食主义者；食草本植物，尤其是野生的芹菜、嫩枝和浆果，多数时间用于觅食。这些食物也可以补充它们需要的水。

大猩猩成小群活动，每群5—30只，包括一只或多只成年雄体、雌体和幼仔。雄体中有显性级系，但雌体中级系较少显性雄体通常呈银背，但很少采取侵犯行为(见插图)。活动范围大，有23—40平方公里(9—15.5平方英里)，若另一群动物进入，很少与之争斗。银背雄体首先向异类瞪眼，若不奏效，则做出一些行为，如高声叫喊，向空中抛树叶，捶胸，侧身跑，撕扯植物，双手用力撞地，如果这些行为都不能恐吓异类，它们才采取侵犯行为。有时，异类雄体杀掉雌体的幼仔后，该雌体便加入另一群体。大猩猩中只有母兽和幼仔偶尔梳理清洁。

黑猩猩

黑猩猩共2种，在亲缘上与人类最接近，因此它们和人类同属人亚科。从解剖学的角度看，黑猩猩与人有相似之处，脑的构造相似，核糖核酸和脱氧核糖核酸(见22页)的分子结构相似，血红蛋白的结构也相似。此外，它们能像人一样表达喜悦、悲伤、恐惧和愤怒等情感。

黑猩猩是中等或大型动物。雄体较雌体大，重量约为40千克(88磅)，平均高度为1米(39英寸)。生活在中非的林地和稀树草原中。面部很有特点，眉脊、唇和吻均突出。多数时间生活于地面，双足行走或四肢行走，与大猩猩一样，用掌的指关节支撑身体，也在树木上攀爬跳跃。矮黑猩猩尽管如此取名，并不比同类矮许多，许多生活在树上，分布仅局限于扎伊尔河及其支流附近的热带雨林。

黑猩猩的食物种类多样，树叶、小虫、种子、鸟蛋、体小的哺乳动物以及较大的捕获物。人类在西非发现了它们复杂的合作猎食手段。一小群成年雄体在森林中行走直到发现诸如疣猴之类合适的猎物。然后由年轻雄体扮演“驱赶者”，迫使疣猴向前赶，两边有很多黑猩猩扮演“拦截者”，阻止疣猴逃掉。“追逐者”跃至树上。最有经验的黑猩猩——“埋伏者”，赶在疣猴前面，拦住去路。当疣猴往回跑时，被追逐它们的黑猩猩捉住并杀掉。疣猴的肉由显性雄体分享。

黑猩猩成群活动，每群由2或3只增至60只，数目不等。“群落”由若干黑猩猩群组成，包括雄体、雌体和幼仔，它们不固定生活在一起。只有母兽和后代终生存在牢固的联结关系。

雄体和雌体都存在级系。雌体的生殖器在生育期增大。年轻的雄体在雌体的生殖器开始增大时就可与之交配，但只有级系高的雄体能在雌体的生殖器完全增大时与之交配。母兽死后，由年长的后代照顾幼仔。雌体在长至生育期时能离开自己的群体并加入邻近的动物群。

黑猩猩发出许多声音，并做出各种面部表情，如撅嘴和咧嘴笑(见154页)。威胁对方时，做出极为壮观的炫耀行为，如摇摆树枝，攻击对方，甚至向它们投石子。息怒后彼此触摸、接吻、拥抱或梳理清洁。

黑猩猩的活动范围大至15平方公里(6平方英里)。周围由成体成小群守卫。一旦异类出现，它们就进行攻击，投石子并高声叫喊。小群动物或单个异类，尤其是雌体，通常惨遭毒打。体小的动物会丧命。

黑猩猩有多聪明

毫无置疑除人类外，黑猩猩是最聪明的灵长目动物。它们能灵活改变行为，使物体具有更新的用途。生活在赞比亚贡贝国家公园的黑猩猩知道用力摔水罐会使其侵犯行为之前的警告行为更有效。一些类人猿能解决难题，如它们将盒子堆放在一起以拿到头上的食物，将木棍连接起来伸到笼子外面，但是最能反映它们高度适应力的还是其使用和制造工具的能力(见150页)。它们将嫩枝的叶瓣去，用它来“钓”蚁墩中的白蚁，若无法从树木的凹陷处取水，则咀嚼树叶制成一个类似海绵状的东西吸水。上述行为需要学习、计划和观察。

人类曾尝试教黑猩猩说话，却没有成功，原因是它们缺少必要的发音器官，但它们能较好地接受信号语(见155页)。这些实验的结果表明黑猩猩能使用抽象的信号指代物体和暗示动作，而且能使用抽象的词语，如“像”和“不同”，但是人类仍不清楚它们的思维能力和语言能力究竟如何。

一只年轻的黑猩猩正用木棍“钓”白蚁。

裸露的类人猿

类人猿中只有人类的体表无毛，也只有人类能直立行走。站姿的改变使双手解放出来，用于抓握物体，但这一改变要求臀肌发达以保持身体直立，并改变眼和腰带的位置和形状，使重心位于承受重量的双眼之间。大脑(尤其是大脑皮层)发育良好，视觉敏锐，听觉灵敏，嗅发育良好，能产生各种声音并形成言语。

大脑皮层的容量增大，因此学习能力增强，双手能抓握，这些能力带来了巨大的技术进步。人类能够使用工具，生火，做衣服，建造住所，这些使人类的足迹几乎遍及世界的每一个角落。此外，人类具有语言表达能力，因此其社会行为模式更加复杂，并最终促进社会和文化的发展。

参见

- 哺乳动物的出现 98页
- 灵长目动物：一般特征 136页
- 其他灵长目动物 137—139页
- 学习与智力 150页
- 身势语（方框） 154页

水生哺乳动物：一般特征

哺乳动物最初在陆地上进化，它们呼吸空气，是恒温动物，但至少三组动物群先后返回水中生活，其祖先——鱼——已在水里生活了数亿年并已适应了海洋生境。鲸目动物(鲸和海豚)和海牛目哺乳动物(海牛和儒艮)终生栖息在水中，后肢已退化，不能在陆地上活动。海豹和海象(鳍脚亚目动物)在陆地上繁殖，后肢保留，但只能在陆地上缓慢移动。

水生哺乳动物需要适应水中生活，因此外表相似，但起源各异。鲸目动物与有蹄动物源于同类祖先(见110页)，由6500万年前的第三纪初期的共同祖先演变而成。虽然在进化初期水生哺乳动物后肢已退化，但它们并不像现存的后代那样适应水中生活。海牛目哺乳动物与长鼻目动物具有亲缘关系，长鼻目动物包括现代大象；人类已在热带海洋和沉积物中发现各种早期化石形式。长鼻目动物在亲缘上很接近食肉目哺乳动物，如熊和鼬，有时被列入食肉目中。

水中生活的适应性

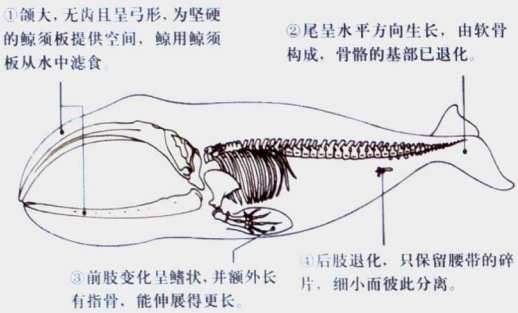
生活在水中的恒温动物所面临的一个问题是如何减少热量的散失。水生哺乳动物属大型动物，表面积越大，散失热量也越多。海牛目哺乳动物重达900千克(1984磅)，而最大的海豹——象海豹重达4吨。鲸目动物可谓是现存动物中最大的，蓝鲸长35米(115英尺)，重130吨。但它们皮下有一脂肪层，即鲸脂，能减少热量的散失。鲸的鲸脂达1米(3 1/4英尺)厚。

同鱼一样，水生哺乳动物呈流线型，这有助于减少在水中活动时的阻力。杆状或鱼雷状所受阻力最小，鱼和水生哺乳动物呈此形状。身体的凸出部分能减缓活动速度，因此诸如肢体、耳和毛之类的外部结构退化。鲸目动物和海牛目哺乳动物的后肢完全消失，腰带退化，毛所剩无几，或完全消失。海豹和海象需要在陆地上繁殖，因此保留毛以御寒，后肢未退化却已变短，不适于在陆地上活动。

水生哺乳动物的前肢和显露出来的后肢进化呈鳍状，且长有蹼，长且扁平。鲸目动物额外长有指骨，能伸得更长。肢体中只有肘和膝关节以下的部位凸出，一般只能上下活动，鳍状前肢能略微转动，增加其灵活性。鲸目动物和海牛目哺乳动物的尾片呈水平方向生长且变扁，软骨使尾片更坚硬，因此游动时产生推动力。

许多水生哺乳动物潜入水中的时间达30分钟(虽然它们通常的潜水时间短些)，还有一些长达2小时。它们能闭合呼吸道，在氧气较少时通过肌肉的厌氧呼吸生存(见方框)。

水中生活的适应性



对于水生哺乳动物来说，在水中生活、进食和活动的要求不同于陆地，因此它们的身体结构发生了很大变化。长须鲸，如图中所示的弓头鲸最能体现这种变化。

海牛目哺乳动物——传说中的美人鱼吗

海牛目哺乳动物是惟一的食草水生哺乳动物。虽然它们的食物中可能含有某些动物类物质，但主要食草，以热带和亚热带沿海的海草和其他水生植物为食。海牛目仅包含两个科：海牛科共三种海牛(圆尾海牛)，生活在大西洋两岸；儒艮科(叉尾海牛)，现在仅有一种儒艮，分布在印度洋、红海和太平洋西岸周围。

海牛体大，长2.5—3.5米(8—11.5英尺)，重200—600千克(440—1320磅)。体表的毛退化或分布稀疏，外耳小。上唇厚且肌肉发达，有很深的裂缝，表面的刚毛短而硬，这样的结构适于食草。只长有臼齿(多达40颗)。由于其食物(海草)较硬且含纤维，臼齿经常磨损。牙齿完全磨损后，颌后部长出新牙。

儒艮在整个外观上与海牛相似，但尾呈叉状，上唇大而灵活，用于拔起水生植物的根。其体长也与海牛相似，但更重，重量为900千克(1984磅)。长有五或六颗臼齿，雄体的门齿形成很小的尖牙。母体的乳头位于腋下，哺乳时身体部分露出水面，很可能由此产生了美人鱼的传说。

人类对海牛的捕猎和其他行为使它们的生存受到威胁。佛罗里达海岸的许多海牛被汽艇撞死或撞伤，无法在海岸继续生活。它们虽受法律保护，但环境污染，尤其是波斯湾的石油污染，正危及它们生命，而且经常被鱼网捕捉。海牛的亲缘动物——北海牛，是最大的海牛目哺乳动物，体长7米(23英尺)，重4吨，也是惟一的适应在冷水中生活的动物。它们的皮、鲸脂和肉都具有很高的经济价值。因此自1741年被发现后的21年里，人类的过度捕猎使它们灭绝。它们的悲惨命运足以使我们意识到这些温顺的海牛所面临的危险，从而引以为诫。

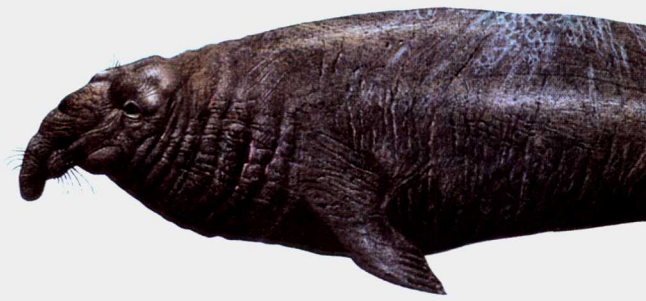
印度洋西岸的海牛。

参见

- 哺乳动物的出现 98页
- 海洋哺乳动物 143—145页
- 动物生理学 176—191页
- 海洋生态系统 220页
- 海洋保护(方框) 233页

海豹、海狮和海象

水生哺乳动物鳍脚亚目由三个科组成：海狮科包括海狗和海狮；海豹科包括所谓的“真”海豹和身体庞大的象海豹；海象科只有海象一种。这些海洋哺乳动物是食肉的，与陆上食肉动物如熊和鼬近缘；实际上，它们常被当做食肉动物目的一个亚目，而不是一个独立的目。



南象海豹，鳍脚亚目中最大的动物(见正文)。

鳍脚亚目动物在陆上繁殖，典型特征是大群地聚集在传统群栖地。海狮科和海象科有明显的性二态性(见159页)——一般雄性比雌性大得多；他们常为占有一块领地而争斗，保卫可多达50只的雌性动物。除象海豹外，海豹科中社会结构较不明显，性二态性也不太极端。

雌性到达繁殖地后，生下一只一年前受孕的幼仔，然后立即进入发情期(受孕期)。在每年动物上岸的短暂时间中，以这种方式出生和交配得以同时进行。大多数鳍脚亚目动物的妊娠期仅是9—10个月，但受精卵在植入前在子宫内蛰伏达3个月之久(一种名为“延迟植入”的现象)(见插图，185页)。

海豹科

18种海豹是鳍脚亚目动物中最适应水中生活的动物，广泛分布在从北极到南极的水域中。它们没有外耳，可以塞住鼻孔和听管孔。它们的后腿不能向前抬，因此当它们在陆上移动时，不得不像毛虫似地拖着脚走。在水中，后肢保持向后姿势，像鱼尾一样向侧面运动；前肢用于掌舵。

大多数海豹长约1.2—1.8米(4—6英尺)，重达100千克(220磅)。然而，近南极水域的南象海豹是所有鳍脚亚目动物中体积最大的(见插图)。雄性可长达6米(20英尺)，重4吨，但是雌性大约只有雄性一半。象海豹得名自形似象鼻的大而长的口鼻部，长30厘米(12英寸)，用来发出扩增地盘警告。

虽然鱼、蟹和枪乌贼是海豹的主要食谱，但象海豹吃企鹅等海鸟，名不副实的食蟹海豹(见插图，185页)长有筛状牙齿，从水中滤食磷虾(小型甲壳纲动物)。除了像海豹外，雄海豹往往不占地盘，一夫多妻，但只是偶尔与多个雌性交配。雌海豹在哺乳期不进食。海豹幼仔哺乳仅有4—6个星期，但它们长得很快，2周内体重就比出生时增加一倍。

海狮科

与海豹科动物不同，14种海狮科动物(海狗和海狮)可以将后腿抬向前，因此在陆上交替使用四肢。在水中前鳍状肢用来划水前进，而后肢起着船舵的作用。海狮科动物主要吃鱼和枪乌贼，但有些也吃甲壳纲和贝类动物。海狗有很厚的皮，每平方厘米可达5万根毛(每平方英寸30万根)。因为这个缘故它们的皮有很高的经济价值，长期以来吸引了捕猎者捕杀。完全隔水的厚皮与皮下厚脂肪层一起有效地隔离了寒冷的海水。海狮毛较薄。加州海狮以善于在动物园和马戏团表演而闻名。

海象科

海象通常出没在北极沿岸的浅水域中，是鳍脚亚目动物中继象海豹后第二大动物，雄性长4米(13英尺)，重超过1.5吨。它们以生活在海底的无脊椎动物为食，如贝、蟹、海胆和其他棘皮动物，海象能用唇将它们舀起吃进嘴里，但海象也吃鱼、鸟和甚至小海豹。象鼻上长有一排坚硬而十分敏感的触须帮助寻找猎物。臼齿退化且扁平，但犬齿形成两颗长牙。雄性的长牙尤其大，在与对手的地盘纠纷中使用。

潜　水

海洋哺乳动物不仅能够在水下停留很长时间，而且能潜水很深。例如，巨齿锤鲸偶尔在水下停留达2小时，而抹香鲸可以下潜到1000米深(3300英尺)或更深。潜水通常时间长但下潜浅，或时间短但下潜深。人类最长水下停留时间是几分钟，深度下潜后返回水面会有患“潜水症”危险——由血管中氮气泡造成阻碍血液流向重要器官而引起疾病。

在潜水开始时，海洋哺乳动物不是吸进满肺的空气，而是呼出空气挤压肺部。横膈膜以倾斜的角度穿越身体，随着动物的下潜以及外部水压的增加，有弹性的胸腔壁向里塌缩，横膈膜变平，将肺部存留的一点空气挤到管壁坚硬的呼吸道中。因此空气(将近80%是氮气)不能在不断增加的压力下进入血液中，这样当在返回水面压力减小时就不能形成气泡；排出空气也减小浮力。这些内行的“潜水员”通过减少流向除了最重要器官如大脑和心脏外的血流量而限制它们的氧气需求。“过剩”血液储存在特殊的腔中，海豹心率由每分钟86次降低到16次，新陈代谢减缓。海洋哺乳动物的血液比它们陆地上的同类携带更多的氧，游泳肌在一种称为肌红蛋白的特殊色素中储存氧。肌肉也可在无氧条件下工作相当长时间，并且在返回水面时补偿氧债。

韦德尔氏海豹，最出色的潜水员之一，可潜到约580米深(1900英尺)，在水下停留达70分钟。

参见
- 哺乳动物的出现 98页
- 水生哺乳动物：一般特征 142页
- 鲸 144页
- 领地、交配和社会组织 156页
- 性与繁殖 184页

鲸

鲸目动物分成两大类。数量较多一类为齿鲸(齿鲸亚目)，包括海豚、鼠海豚和绝大多数体型较小的鲸，另一类为长须鲸(须鲸亚目)，包括大多数海洋中的庞然大物，其中有现存已知最大的动物——蓝鲸。

鲸完全生活在水中，是极其出色的游泳好手。据记录，海豚时速可达36公里(22英里)，逆戟鲸时速可达55公里(34英里)。鲸的流线型身体结构和皮肤上的沟槽使水流过身体，从而降低水的阻力。

一般特征

鲸目动物在水下进食。为防止肺部进水，气管可以在咽喉部被喉和会厌紧住。通常鼻孔长成一个位于头顶的有瓣膜的开口，因此当鲸呼吸或浮出水面时鼻孔最先出现。头骨有两个奇特而令人费解的特征：不对称——左侧有些骨比右侧的大，前面的有些骨缩进到其他骨，颈部缩短而颈脊长在一起。

鲸目动物的眼睛在水里和水外是同样的好用，耳(尽管没有外部结构)非常敏感。齿鲸可以探测到的超声频率达280千赫(也就是每秒振动或转动28万次)；对比之下，人类仅能听到音高20千赫。包含内耳(凸突状听觉器官)的骨不像其他哺乳动物附着在头骨上，而是由含空气和一种油性粘液泡沫的腔体分隔。据认为声音是通过下颌和一个邻近的脂肪体传递到内耳，这是一种确保水下方向灵敏性的系统。经过10—16个月的妊娠期后，雌鲸每2—3年产下一仔。齿鲸幼仔在母亲或"阿姨"的帮助下浮到水面吸入第一口空气。哺乳在水中进行。鲸乳富含脂肪和蛋白质，通过肌肉收缩射到幼鲸嘴里。幼鲸长得很快，蓝鲸幼仔在7个月内可长到9米(30英尺)。

鲸目动物在不同程度上群居，常一起生活在鲸群中。鲸群中可能有某种社会结构，并随着季节的变化而变化。

齿　鲸

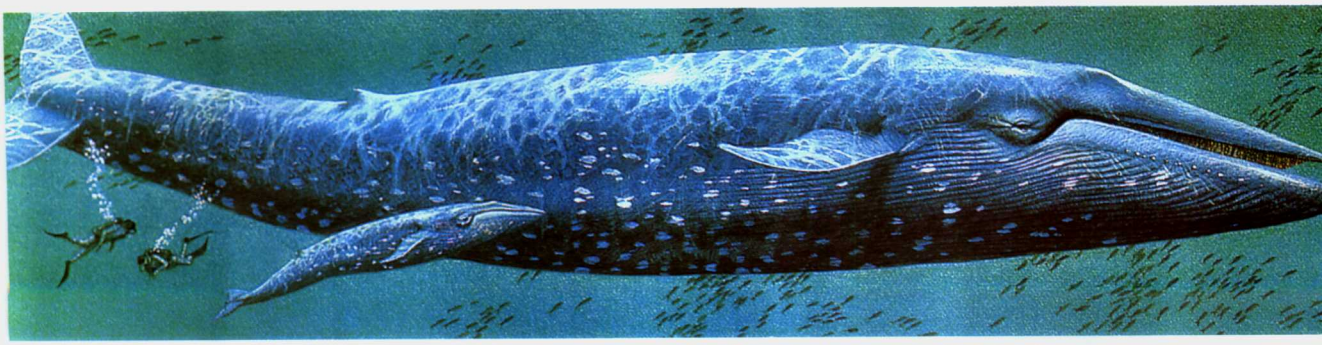
齿鲸在全世界均有分布，主要生活在海洋中，但也生活在一些湖泊和河流中，据认为它们比须鲸更接近鲸的祖先。

齿鲸以鱼、枪乌贼和章鱼等头足动物及甲壳纲动物为食。它们可以潜到深海、中层水域或在浅的河流和沿岸水域底部搜寻猎物。大多数齿鲸使用回声定位(与蝙蝠使用的系统相似，见118页)去探测猎物和周围的障碍。它们以265千赫的频率和每秒80次的速度发出咔哒声，当接近一个物体时速度加快。据认为声音是空气强行通过靠近鼻孔的瓣膜时产生的。声音可以通过鼻孔或圆形隆起——额头里的一个油囊发出，它们起的作用像声音"透镜"一样把声音聚成一束。一些齿鲸发出非常大的声音，据认为这种声音能让猎物失去方向或震昏猎物。

5种河豚(恒河豚科)也许最像鲸的祖先。它们有带触须的长喙，颈脊没有长在一起。这些动物体型相对较小，长1.5——2.7米(5—9英尺)。它们主要生活在恒河、印度河、长江和亚马逊河的浊水以及乌拉圭近海沿岸(普拉特河豚)。一些权威人士将来自不同地区的动物分类成不同的科。因为视觉有限，它们尤其依赖回声定位。恒河豚的眼睛缺乏晶状体，侧游，一只鳍状肢触摸水底拾起底栖的蟹和鱼。印度河豚仰游捕食鲶。

尽管剑吻鲸(剑吻鲸科)达18种之多，但它们几乎未被人们研究，它们的习性也不广为人知。它们在鲸目动物中属于中等个头，长达12米(39英尺)，主要以枪乌贼为食。颌前伸形成长喙，有一对或几对牙，雄性的一对牙突出成为长牙。北宽吻鲸是一种可深度潜水的鲸，能够在水下搜寻食物达2小时之久，但较短时间的潜水更常见(见方框，143页)。

抹香鲸(抹香鲸科)包括齿鲸中最大的和最小的一些鲸。较小的两种有小抹香鲸和矮抹香鲸，长约4米(13英尺)，它们的



蓝鲸是生活在地球上最大的动物。仅这个庞然大物的颌就有6米(19.5英尺)长，其心脏有一辆轿车大小。

一群座头鲸在阿拉斯加沿岸进行集体捕食。一些鲸在水下可以在一群小鱼或甲壳纲动物周围吹起一个“气泡网”，小鱼和甲壳纲动物惧怕游过气泡网，因此很容易被鲸在水面上或靠近水面的地方捕食。

习性很少为人所知。真抹香鲸长18.5米(61英尺)，重53吨，捕食大枪乌贼、金枪鱼和鳐，常潜水到1000米(3300英尺)深。巨头——占全身1/3——主要由鲸蜡器官构成，含2000升(528美制加仑或440英制加仑)的油。这个器官起着混响室的作用，增加咔哒声的强度，或在潜水时控制沉浮。鲸蜡作为润滑油的来源和化妆品及人造黄油的基本原料而有很高经济价值。抹香鲸也是龙涎香的来源，龙涎香是一种分泌自其胃肠的灰黑色物质，用于香水业。

独齿鲸科包括2种，白鲸和独角鲸。白鲸长4—6米(13—20英尺)，虽然学名的意思为“独齿”，但是它们上下颌各有16齿。它们以鱼为食，包括有经济价值的鲑鱼和鳕鱼。独角鲸之所以被称为独角鲸是因为雄性在颌上长有一个螺旋长牙(实际上是非常长的门齿)，长约2.7米(9英尺)，可能用于进攻和性行为。长期以来，人们为获得长牙而捕杀这些动物，开始时是因为长牙所谓的神奇和医疗属性，现在仅仅是为了获得他们的长牙。雌性没有长牙。独角鲸以枪乌贼和底栖的鲆鲽和鳐鱼类为食。

虎鲸和领航鲸，6种，中等个头，可长到约6—8米(20—26英尺)长，有鲜明的斑纹。领航鲸生活在游牧式的鲸群中，成单行在水中游动。虎鲸生活在家庭群体中，它们主要以鱼和软体动物为食，但也合作捕捉和围捕海豹和其他鳍脚目动物。在帕特戈尼亚岛沿岸，它们游近陡峭的海岸，将海豹幼仔拖下岸。成群的虎鲸甚至会袭击须鲸。

真海豚(海豚科)有32种，长3米(10英尺)，出没在沿岸水域和公海。它们有很多小而尖的牙。宽吻海豚合作将成群的鱼赶向海岸，有时将鱼群赶进渔网。它们通过多种长声尖叫和叫声彼此通讯。

鼠海豚(海豚科；6种)体型小，达1.5米(5英尺)，以多达百只的数量成群生活在海湾和浅水域。它们的短颌有达30颗牙。以鲶、枪乌贼和鱼类为食。无鳍的黑鼠海豚没有背鳍，像其他一些鲸目动物一样，背负式携带幼仔。

须　鲸

须鲸分3科，共10种。这些体型大的鲸没有牙；取而代之的是一片片从上颌垂下的角状物质，称为鲸须，好像在内缘上长出的毛发，用来从海水中过滤浮游生物(主要是叫做磷虾的小甲壳纲动物)。许多须鲸在南北半球的海洋中进食，但迁徙到靠近赤道的地方繁殖。

拯救鲸

为获取一系列鲸制品如肉、鲸脂(提供润滑油)、皮、鲸蜡和鲸须(用于紧身胸衣中，海洋哺乳动长期以来遭到捕杀。自17世纪以来捕杀就有了明显的增加，到19世纪50年代，北极露脊鲸和露脊鲸就已从北极和太平洋上被消灭了，捕鲸炮的发明和现代蒸汽船的出现对许多鲸群意味着灾难到来。20世纪蓝鲸、长须鲸和座头鲸的数量急剧减少，这些鲸和其他鲸目前濒临灭绝。1946年成立的国际捕鲸委员会最先是为确定捕鲸的限额而建立的，但它已越来越多地参与了鲸鱼的保护。1985年达成全面禁止捕鲸的协议，但某些国家为了所谓的科学用途继续大量捕捉某些鲸。为了阻止它们吃鱼，体型较小的海豚和鼠海豚等鲸目动物也遭到杀戮，最近遭到捕杀是弥补因为鱼的数量减少而造成的损失。

鲸面临着其他危险，包括对鱼类的捕捞和污染。抹香鲸有时被水下电缆缠住，数以千计的海豚和鼠海豚被广泛分布的用来捕捉金枪鱼和其他鱼类的漂网和围网所杀。保护措施不仅包括对捕鲸的禁止也包括对如漂网这样的捕鱼方式的禁用。教育大众抵制肆无忌惮地捕鲸公司和它们的产品也是有效的措施。

有时鲸自己需要被拯救。许多媒体报导过鲸在浅滩上搁浅的现象，当地生物保护组织努力帮助这些孤立无援的庞然大物重新漂浮起来。可能是因为这些海滩不能反射回声定位信号，但最近研究表明鲸可以使用地球磁场来辨别方向，不过在磁暴期间磁场紊乱情况下就会迷失方向，疾病和寄生虫对内耳的损害也可能产生这样的后果。

白鳍豚是所有鲸目动物中最濒临灭绝的动物。据估计目前的数量约300只，因为污染和食物的减少白鳍豚的数量还在减少。

露脊鲸(露脊鲸科；3种)现已罕见。它们长20米(66英尺)，鲸脂有50厘米(20英寸)厚，对捕鲸者非常有价值——因此遭到捕捉。北极露脊鲸巨大的颌深深地成弓形结构(见插图，142页)，有350根长达1.8米(6英尺)的鲸须。这些鲸在表层水中滤食小甲壳纲动物。

灰鲸科由一种鲸组成，即灰鲸，生活在北太平洋沿岸水域，长12米(39英尺)。以底栖的甲壳纲动物为食。喷鼻息搅起沉积物，然后用短鲸须过滤。

6种鳁鲸(鳁鲸科)生活在所有海洋中，包括从10米(33英尺)的小鳁鲸到庞然大物蓝鲸可长达35米(115英尺)，重达130吨的蓝鲸。鳁鲸有长及咽喉部的深槽，可以扩展以增加嘴张开的大小。吸入大口水后，磷虾从2米(39英寸)长的鲸须上被滤下来。座头鲸唱一种可持续达30分钟的组歌，由呜咽、长声尖叫和哨声组成。长须鲸唱的是一种非常低沉的歌，音频低达20赫兹，在海洋深处可传播数百公里。

参见
- 哺乳动物的出现　98页
- 水生哺乳动物：一般特征　142页
- 海豹、海狮和海象　143页
- 海洋保护（方框）　233页

动物的行为和生理学

了解动物行为

人类对动物行为的兴趣与人类自身的历史一样长。实际上，早期人类的衣食都依赖所猎取的动物，因此对动物行为的了解是人类生存的关键。虽然对动物生活的观察和描述可追溯到古希腊的哲学家亚里士多德，或者更早，但研究动物行为的“行为学”作为一门精确的自然科学的学科，还是在最近出现的。而与这门科学有关的独特的研究技术也只是在19世纪才得到充分的发展。

从科学的角度讲，“行为”这一字眼指的是动物的所有活动，其中包括清醒和睡眠时的活动。由于我们不可能向动物询问其某种行为的实际原因，所以研究动物行为的学者设计出一套方法使我们可以用来解释动物的行为并且对某种行为的原因做出推论。

现代动物行为学的先驱

动物行为学被承认为现代科学的一个成员在很大程度上要归功于20世纪3位杰出的科学家所做的探索性研究工作。他们是康拉德·洛伦兹、卡尔·万·弗里施以及尼柯·廷伯根。他们在野地观察动物，特别是鸟类、哺乳动物及昆虫；然后把累积的动物行为细节总结起来形成“动物行为详述”。他们发现一种动物所有成员的许多行为方式都是相似或一定的。由于这些固定行为方式是某一种动物特有的，所以他们提出这些行为一定是以遗传为基础的，也就是天生就有的。它们一代一代传下来并且由自然选择控制，与身体特征一起进化(见12—17页)。科学家们发现亲缘物种在行为上差别很小，这可以作为证据进一步证明行为的进化是由共同的原始方式开始的。

除了人类外所有的动物都不能回答提问。因此我们如何理解它们的行为呢？为什么长尾猴互相梳理毛发？为什么雄长尾猴有颜色艳丽的附器？20世纪先驱者的一套理论帮助我们回答这些问题。

动物行为学的主要问题

廷伯根指出，在努力解释动物行为原因的时候，有4个关键问题：与动物行为起因有关的问题，也就是何种内部与外部因素引起动物的某种行为的问题，如荷尔蒙与外部刺激对动物的作用是怎样的；与动物行为有关的问题，也就是动物行为的

对策论

居住在洞中的豹受到一群狒狒的袭击。如果围攻很危险，为什么不谨慎些，却把洞留给狒狒呢？对策论提供了答案。

据认为某一种动物行为方式是否对提高这种动物的繁殖数量有利是它能存在的惟一条件。但除了益处，所有行为还要消耗时间和精力并要冒受伤或被捕食的危险。因此行为进化的结果必须减少这些牺牲。一种研究动物行为原因的方法是衡量不同的动物行为选择的利弊。这种所谓的“生长繁殖最佳条件理论”预言：通过自然选择，动物行为的进化会使益处增加到最大而损失减少到最小。

但一种动物的行为能影响另一种动物的行为利弊。这种名为“对策论”的方法将各种影响考虑进来。行为被当做好像在一个动物社会中成员之间玩的游戏，存在着几种可选择的行为方式或“策略”。经过对每一种方式利弊的评估，动物们可以决定使用哪种行为会是最成功的。通常这个答案并不简单。如在黑头海鸥的社会中，敌人会被成群而来的海鸥赶走，它们粗嘎地叫着并像炸弹一样向入侵者俯冲。当这种行为把敌人从海鸥栖息地赶走时，它是有益的，但同时它也会带来危险，因为成群的海鸥会受伤甚至死亡。因此任何胆子稍微小一点并后退的海鸥会得到益处并且与那些“勇敢者”相比繁殖后代的机会更大。但如果勇敢者的数量不足以保护自己的栖息地，所有的海鸥将会在繁殖方面遭受损失。照“对策论”预言，任何一群黑头海鸥中胆小者的数量不会超过一定的界限(总数的45%)。稳定进化的策略是一种动物群体中永恒的策略；在适应性方面是其他任何策略无法比拟的。在黑头海鸥的群体中，勇敢者与胆小者的数量都不稳定。因此整个海鸥的群体会趋向于达到45%的胆小者对55%的勇敢者的这一平衡的比例。不同种和不同生命阶段的鸟的情形各不相同，年龄小的鸟大概会比年龄大些的鸟胆小。

在美国怀俄明州，一只叉角羚带着双胞胎幼羚。

利他行为

作为自然选择的结果(见13页)，人们认为与同种对手竞争获胜的动物是适应性最强的动物，它们把优良的遗传因子传给后代。也就是说，适应性最强的动物繁殖也最成功，因此在下一代的体内有更多它们基因的复制品。如果一种行为模式会最大程度地增加繁殖数量或繁殖的适应性，那么它就会在一个动物群体中存在下去。但有许多行为模式很长时间以来都是行为学家未解开的谜。因为看起来它们降低了动物繁殖的成功率。例如鸟类和如黄鼠这样的哺乳动物发出警告的鸣叫，鹿、兔子和叉角羚来回拍打尾巴是为了警示同类敌人来啦。但由于这样会把敌人的注意力吸引到自己身上而更容易遭受攻击，因此对发出讯号的动物是非常危险的。一些社会性动物甚至放弃共同繁殖的机会去帮助其他动物繁殖，如在蜜蜂群体中只有一只雌蜂(蜂后)繁殖，而其他雌蜂(工蜂)根本不繁殖。W.D.汉密尔顿对这种表面上的无私或利他行为做出了解释，他指出一种动物可在后代体内增加自己的基因复制品而不用亲自繁殖。

亲缘动物有相同的基因。一般来说，一种动物会从父亲和母亲那里各继承50%的基因；也就是说，一种动物体内的某一基因有50:50或1/2的机会来源于其父母任何一位体内。同样姐妹兄弟共有某一种基因的可能性为1/2。1/2或0.5的比值称为亲缘的协调因素。祖父母与外孙之间基因比值为0.25，堂(表)兄(姐)弟(妹)之间为0.125。因此关系越近的动物，拥有共同基因的可能性就越大。所以如果有利他行为的动物成功地帮助其亲属繁殖后代，那么它的遗传因子将会在下代身上有更多的体现。由此看来，在关系很近的亲缘动物间，利他行为更常见，而情况也确实如此。如果有亲缘黄鼠在附近，雌性黄鼠会更乐意发出警戒讯号。雄性蜜蜂的基因是单倍体，雌蜂为双倍体(见22页)。因此雌蜂从父亲处继承全部基因而只继承母亲的50%。一般说来雌蜂与它们姐妹有75%的基因是相同的。这种高度的亲缘协调因素(0.75)比母女之间的(0.5)还要高。因此通过帮助母亲或某一姐妹繁殖，工蜂能在后代身上增加自己的遗传基因的体现。这种通过选择基因使一基因携带者降低自己繁殖的机会而帮助其亲属繁殖的过程叫做亲缘选择(见17页)。

就像猜猜一样(见139页)，当利他行为发生在非亲缘动物之间时，施惠者与受惠者往往生活在彼此联系紧密的社会群体中，而且利他行为是求回报的。受惠者不能轻易违背承诺，因为它与同伴还得继续一起生活下去并且可能会再次需要帮助。

目的、即时的结果以及它如何给动物自身带来好处；与动物行为发展有关的问题，也就是动物一生中自我行为是如何发展的，遗传和环境因素之间的关系是怎样的；与动物行为进化有关的问题，也就是动物行为是如何进化的。

以上问题中的一部分可以通过在动物的栖息地对它们行为的观察来解决，但另外一些则需要某种调查和操作。例如为了解答动物行为起因的问题，常常需要操纵动物所处的外界环境或改变它们的内部状态来观察哪些特点是重要的。

符号刺激和动机

早期动物行为学家的一个重要发现是：动物常常对它们生活环境的某些方面作出反应，而忽视其他方面。孵化后不久，小银鸥就啄父母的喙。成年银鸥的喙为黄色，边缘处有一块圆形的红斑；这一行为会使父母回翻食物给小银鸥。在对这种行为方式研究中，廷伯根决定开始对引起小银鸥啄食反应的重要因素进行考证。他把一些用卡片纸板做成的父母模型放在小银鸥面前，并有规律地改变喙尖端斑点的颜色、以灰色为背景的斑点的衬比(从黑色到灰色)以及喙的颜色和长度。通过数小银鸥在每一个纸板模型上啄食的次数，廷伯根发现最能引发啄食的颜色是红色，另外斑点的衬比和喙的长度也很重要，但银鸥头部的形状和整个身体的有无对啄食并不重要。

能引起动物反应的一种或几种刺激的结合叫做符号刺激。它们包括引起动物做出反应的任何刺激，不仅与食物有关，而且还与其他影响有关，如筑巢材料、潜在的对手和配偶。像海鸥一样，如果刺激来自另外一种动物并且涉及社会性的相互作用，这种刺激就是释放刺激。廷伯根还发现，与真正的喙相比，长而薄的喙会受到更多的啄食；在尖端套了三个红圈的铅笔对小银鸥特别有作用。在自然界中，这种超常刺激十分罕见。举例来说，薄喙在喂食时基本是无用的。但个头很大的小布谷鸟对它的养父母来说是个超常刺激，这种刺激会使它们对外来的小布谷鸟优先喂食，同时却忽视了自己的亲生骨肉。而因缺少喂食，这些亲生骨肉往往难以存活(见168页)。

许多有关社会行为的例子表明，一种动物对某一释放刺激的反应往往会是引起另一种动物反应的刺激。通过对三刺棘鱼求偶行为的研究，廷伯根发现怀卵雌性三刺棘鱼、甚至一个模型出现在雄鱼的领地也会引起雄鱼做“之”字形舞蹈。雌鱼以直立的求偶姿势做出反应，雄鱼会诱使它进入自己的巢穴。进一步的互相影响使雌鱼在巢穴中产卵而雄鱼排精使卵受精。很明显行为并不总是按一条清晰的线路出现的，因为有些动作会重复而反应的顺序也会变化。但是相互连锁反应的观点有助于解释表面上复杂的行为模式是如何建立在较简单的机制上的。

然而在有些情况下动物对一定的符号刺激几乎会自动地做出反应，但它们并不总是如此。在非繁殖季节里，雄性棘鱼对雌鱼模型无动于衷。刚吃完食的小海鸥对母亲的喙没有反应。动物对特定符号刺激的反应受到内部因素的影响，如血糖或激素的水平，这些因素会改变动物体内的状况或动机。因此内外因素结合起来控制动物的行为。动机很强的动物，如非常饥饿，它们就对如味道很苦的食物符号刺激也做出反应；但吃饱的动物对刺激视而不见。

符号刺激与动机的观点有助于解释是什么引起动物在某种特定情况下及时做出反应。但这些观点只是整个答案的一部分。对于一种特定行为模式的更全面的解释应该同时考虑到有关动物的进化历史(特别是有关行为如何进化的历史)及学习在行为模式方面的作用(见150页)。

参见
- 不断发展的进化 16页
- 学习与智力 150页
- 动物行为的不同方面 152—173页
- 动物生理学 174—191页

学习与智力

大多数动物天生对各种外界刺激做出相应的反应，在首次需要的场合下它们就会做出完全正确或几乎正确的反应，而且这些反应好像不受生长环境的影响。雌性泥蜂挖掘洞穴，蜜蜂营建蜂巢，雄性刺鱼交配以及雌性老鼠照看幼鼠，所有这些行为都是先天的、本能的。

本能行为具有遗传性(见22页)。对于生活在相对稳定环境下的寿命较短的动物来说，本能行为占它们日常活动的很大部分，因为这样可以使错误减到最少。纯粹的本能行为具有稳定性，在短期内不会为了适应外界条件变化而改变。

学习是动物凭借经验所产生的有利行为变化，如松鼠学会用最有效的方法打开坚果；鸟在一次吃了味道不好的昆虫后会避免捕食同种猎物；老鼠会识别有毒的食物(见163页)。学习与动物生存的外界环境有关，为了适应环境变化，动物在行为上表现出相应的变化。动物学习是持久的行为，需要大脑有足够的空间接纳和贮存相关的信息。主要靠学习来生存的动物寿命较长。在受父母与家庭照顾期间，大脑能不断变得发达，犯错误的同时也得到了所需的经验。

先天还是后天

20世纪60年代以前，研究动物行为的学者分成两大对立的学派。欧洲的生态学家认为大多数动物行为是本能的，受遗传因素而不是外界环境的影响，而美国的心理学家相信大多数动物的行为活动是在对外界刺激反应的过程中学会的。人们把这些不同的观点叫做“先天还是后天”的辩论。现在我们已了解所有的动物行为都以遗传因素为基础(其中包括学习的能力)，遗传因素与后天学习相互作用。不同种类动物情况也各不相同。遗传因素与后天学习之间相互作用的最好范例是鸟类鸣啭的演化。

蓝山雀从奶瓶中喝牛奶。牛奶不是鸟食谱中正常的一部分——只有哺乳动物产奶——但蓝山雀和大山雀利用了送奶人将奶瓶放在台阶上的习惯。有些鸟好像仅把某些种奶瓶当成真正的猎物，这样的进食习惯很明显不是由遗传决定的；据信它是通过一种称作文化或社会传递的过程在群体中传播的。

记 忆

记忆指的是将通过学习获得的反应与感觉保持一定时间。它包括了学习、信息贮存与保持几个方面。通过对人类的研究，我们知道记忆主要有3种：瞬间记忆、短期记忆和长期记忆。瞬间记忆只持续不到1秒钟，体现了记忆过程的初始阶段；瞬间记忆的研究很难在不会运用语言的动物身上进行。短期记忆可以持续几秒甚至几分钟而容纳的内容有限，例如大多数人可以在拨号后记住不熟悉的电话号码，但这种记忆只能持续几分钟，约1个小时后就会消失。人们通过诱发性刺激实验来研究动物的短期记忆(见正文)。接收信息可保持24小时的叫长期记忆，这种记忆可持续好多年。贮存的信息的数量可以是无限的，但回忆就没有短期记忆准确，因为人们往往已忘记了长期记忆的细节内容。

人们对于记忆如何储存依然一无所知。一种理论认为经验与感知信息形成了大脑反射电路中不断的电流。另一种理论认为特殊记忆细胞中的生物化学过程或结构会发生永久性变化。学习自然涉及核酸合成物(DNA和RNA)的增加，另外也涉及神经树突与染色体结合的增加(见182页)。动物不能保持所有通过学习得到的信息。因为不重复演练的记忆会随着时间的推移而淡忘，另外新的记忆会抹去或干扰早期信息的贮存和回忆。

简单的习惯性学习

当有人敲打板子时，在板子上爬行的蜗牛会把身体缩回壳内。如果敲击时间的间隔是有规律的，蜗牛缩回体壳的动作减少而且重新继续爬行的动作加快，最后终于对外界敲打的刺激失去反应。但它对外界新的刺激(如明亮的灯光)会再有反应，所以反应减弱的原因并不是感觉疲劳。在没有强化的条件下反复刺激动物所引起的反应减弱或消失被称为习惯性学习，是最简单的学习方式。它使动物能够分辨熟悉的有规律的刺激与陌生的刺激，并对后者产生反应。这样动物可以避免给自己的感知和神经系统增加不必要的信息。

联想性学习

许多动物可以把发生时间相近的两个事件联系起来，其中一个一定是对动物非常重要的，如食物或痛苦的刺激。联想性学习分两种——经典性条件反射和工具性条件反射(也叫反复试验学习)。

对于典型条件反射的研究最早在20世纪初由俄国生理学家伊万·巴甫洛夫开始进行。他发现如果一条饥饿的狗在吃饭前总是听到铃声，几次以后一听到铃声，即使没有食物，它也会流口水。在经典条件反射中(条件刺激或CS)，如铃或灯这样的神经刺激，出现在如食物或电击这样本身引起流口水和后缩反应(无条件反射或UR)的强动机或无条件刺激(US)之前，经过几次这样的交替刺激后，CS独自就引起反应，这种反应称为条件反射(CR)。在一定限度内，CR的强度随着CS和US的配合次数的增加而加强，但是如果US停止几次之后，条件反射就会经过一种叫做消退的过程而反应减弱。US强化反应因此称为操作性条件作用刺激。经典性条件反射允许动物对预知的某事件或情形进行反应——也许是食物的可获得性或捕食者到来——通过对一事物出现前的另一事物的反应，如食物附近的标记、不好吃的毛虫、鲜亮的体色或敌人迫近时踩在草上发出的沙沙声。

海獭使用技巧击打蛤。

埃及秃鹫用石头敲开鸵鸟蛋。

使用工具

从动物行为方面来看，工具是外界的物体，是动物用来达到短期目标的自身身体功能的延伸。黑猩猩用来汲水的咬嚼过的树叶是手的延伸，而啄木鸟用来从树皮下捅出昆虫的仙人掌刺是喙的延伸。埃及兀鹫拾起并用来砸开鸵鸟蛋的石头和海獭用来打破放在胸部上的蟹壳和贻贝壳的石头都是以上意义的工具。它们都是相应的喙与爪的延伸。但依据严格的定义，鸫用来砸开蜗牛的橡砧一样的石头就不能是工具了。

使用工具并不是智力的标志。独居的黄蜂用嘴衔着一块小卵石并用它把土移到它们的穴中，射水鱼在它生活的泥沼中从相当远的距离外射出一连串的水，把生长在泥沼表面的嫩枝里的昆虫逐出。这些行为表面上体现了智力的因素，但实际上它们是固定的、本能的行为模式，它们在一种动物身上不断发展并且是该种动物的共同特点。但另外一些例子，特别是有关灵长目动物的例子显示了更灵活和聪明的行为。例如实验室中的猩猩通过反复试验法学会了使用工具获得够不到的食物。黑猩猩喜欢用嫩枝把白蚁从洞穴中引出来，并通过观察、模仿、反复试验法学会了这种技巧(见方框，141页)。大部分工具是用来获取食物的，但人们观察到象和马用嫩枝来挠痒痒；而黑猩猩用石头向敌人投掷。

由于某一情况的发生，动物会改变自己的行为。一只老鼠在装有踏板的盒子里做正常的试探性搜索时会偶然碰到踏板。但如果踩下踏板意味着能得到食物作为奖励，老鼠很快就会把踩下木板与奖励联系在一起，然后反复踩压踏板。对动物有重大影响的事件或操作性条件作用刺激(如食物)通常伴随着动物对环境的某种行为。这种学习方式叫做工具性条件反射或反复试验学习。如果强化作用为间歇性的(每踩10次踏板或每15分钟)，老鼠能学会不断地踩踏板直到操作性条件作用刺激出现为止。与经典性条件反射一样，反应的强度(如踩踏板的速度)通过训练得到增加，而操作性条件作用刺激消失几次后，动物的反应也随之消失。通过工具性条件反射，动物学会为了提高行动的回报率而改变自身的行为，如学会更有效地获得食物与巧妙地处理食物；更准确地袭击敌人；更合理地携带幼兽。社会性动物通过玩耍掌握这种学习方式，如小猫通过跳跃追逐毛线球来完善自己的猎物本领；一些动物的幼兽如幼狮互相打斗是为了学习日后必要的攻击本领。

社会传递

有名的日本猕猴数量较少。一只猕猴最先在吃甜土豆之前把它用水洗了，随后几年里群体中其他猴子也采用了同样的做法。一种通过学习形成的行为模式(只存在于一种动物的某一群体)叫做“传统”。其他的例子有：不同鸟的鸣啭；鸭子、鹅和北美驯鹿传统的迁移以及蓝山雀开牛奶瓶的习惯。所有这些行为都是通过叫做文化或社会传递的非遗传过程代代相传。

人们很难确定存在和建立于动物群体内的传统的行为机制。但这些机制并不需要复杂的观察与模仿的学习过程，尽管有时如此。野生的小老鼠更愿意选择母鼠吃过的食物，这是通过奶的气味分辨出来的，而成年老鼠选择洞中伙伴食用的食物，尽管它们没有看到它们吃这种食物。老鼠们通过“示范鼠”的呼吸辨明食物的味道并藉此寻找它们。在这些情况下，可以用简单的学习过程来解释一只老鼠明显模仿另外一只老鼠的行为。一种动物被吸引到某地，是因为其他同种动物在那里觅食。这大概可以解释蓝山雀开瓶喝奶行为的传播。另外一些社会传递的形式，如黑猩猩用木棒捕食白蚁(见方框，141页)，也许涉及包括模仿在内的更复杂学习过程。

参见

- 黑猩猩有多聪明(方框) 141页
- 了解动物行为 148页
- 动物行为的不同方面 152—173页
- 动物生理学 174—191页

动物的交流

牡赤鹿的吼叫、一股微弱的气味、颜色明亮的翅膀的扇动以及人类复杂的语言都是交流的方式。它们是个体，即发出信号者，发出的信号，将自己的情况传递给另一个个体，即信号接收者。

信号传播关于发出信号者当时情况的信息。对于接收信号者来说，信号的含义取决于它的情况和地位。对于附近的雄性鸟来说，提醒领地的鸣啭表明了对手的存在而它也很有可能将受到挑战。对于一个未交配的雌鸟来说，同样的鸣啭可能表明了潜在配偶的存在，但已交配的雌鸟对此会毫无反应。

大多数交流信号是在同类动物之间发出的，但情况也不总是如此。如警戒色(见下文和166页)是专门显示给潜在的敌人看的，而清道夫鱼与众不同的体色与展示是为了避免与交流对象之间的误解。

交流的作用

交流的一个主要作用就是使异性动物在一起繁殖。交流能帮助辨明动物的种类、性别和繁殖的状态(即是否处于生育状态)，有时甚至能分辨出同种动物中的不同个体。动物间的求偶经常涉及到复杂的展示。它们做出某种姿势并且有可能互相呼叫。这些展示能使雌雄动物彼此通知对方自身的存在，而且可以互相判断作为配偶是否合格(见156页)。

交流在隔离动物、标记领地界限和建立社会等级中的地位方面也很重要。叫声的大小或高低和鹿角、象牙一样都可表明竞争的实力。包括许多灵长类和犬科动物在内的社会性动物通过特定身体姿势或面部表情表示各自在级系中的从属或统治地位(见方框，154页)。

动物界中最壮观的信号：雄驯鹿壮观的叉角每年增加分叉的数量，以此表明个体的年龄，也表明竞争适应性。

当受到天敌或捕食者攻击的时候，一些动物发出强烈或急促的信号来自卫。哺乳动物面临外界威胁时会发出低吼或尖叫；兔子、鹿和叉角羚摆动尾巴来警告同类其他危险动物将要到来；而鸟类会发出多种多样报警鸣叫。黑长尾猴用不同的报

鸣 啭

在城镇和乡村的人们早已熟悉了鸟类复杂优美的鸣啭，尤其是在春天繁殖期开始的时候。这些鸣啭通常是由雄鸟唱出的，目的是为了保卫领地与吸引异性(见94—95页)。其他雄鸟会避免踏入鸣唱着的雄鸟所占据的领地。一项对大山雀的调查表明，即使在某一地区通过扬声器播放鸣啭，其他雄性大山雀也会避免进入这一地区。如果演唱的是一组而不是单独一首鸣啭的话，威慑作用会更大。这大概可以解释为什么一些鸟的鸣啭不断向复杂多变发展。

鸣啭复杂化的另一个原因来自雌鸟的行为。演唱复杂鸣啭的雄性水蒲苇莺与只能唱简单鸣啭的水蒲苇莺相比，能更快地得到配偶。这样看来，复杂的鸣啭与雄性孔雀为了吸引异性所展示的亮丽颜色尾巴有同样的作用(见方框，159页)。

每种鸟的鸣啭都很独特，用来分辨其他鸟是否同自己一样同属一种，但有以方言形式存在的变体，甚至不同个体之间的鸣啭也不尽相同。鸣啭基本的组成部分好像是天生就会的。但细节部分与方言必须通过学习掌握。羽毛丰满后的小花鸡发出不连贯的鸣叫声，这种声音与成年花鸡的鸣啭不太一样。但来年春天当雄性花鸡第一次占据某一领地后，不连贯的鸣叫就会发展成更有花鸡特点的多变化的鸣啭，如果在孵化阶段就把花鸡移出鸟巢并让它们独立生存，成年时它们只能唱出不正常的鸣啭。这大概只是先天遗传的那部分。如果只在第一个秋季让花鸡单独生活，第二个秋天它们会演唱比较出色但不完美的鸣啭。看起来幼鸟在出生的第一年里必须学会把先天的那部分转变成本种鸟典型的鸣啭，而在它们的第二个春天使鸣啭尽善尽美。另外能听到自己的演唱也是必不可少的。因为如果鸟在完善鸣啭之前变聋，它们就不能正常地鸣唱。因此鸟的鸣啭需要学习与先天行为互相作用(见150页)。

蜂鸟引吭高歌。

警叫声告知同类不同捕食者的到来，如蛇、鹰和豹(见139页)。虽然这种低声发出的警报使报警者不易被捕食者发现(如鸟类与哺乳动物通常发出不易被发觉的警报)，但还是使它们陷入某种危险；从进化的角度来解释，这种明显的“利他主义”行为是亲缘选择的结果(见方框，149页)。

口感不好或有毒的动物如黄蜂和蛇通常用亮丽的警戒色表明自己的身份(见166页)。有时有毒动物之间互相模仿(如许多种蜜蜂及黄蜂的体色都是显眼的黑黄相间)，因此如果捕食者抓到其中一种后往往忽视了其他种类。同时许多无毒动物，如食蚜蝇也采用警戒色欺骗捕食者。

找到食物的动物会通过食物的味道把这一信息传递给其他居住在一起的同类。蜜蜂和老鼠都用这种办法。蜜蜂还用复杂的舞蹈传递有关食物所在地的信息(见方框)。

交流信号的方式取决于将要传递的信息的内容、传递的距离长短和有关动物的栖息地。

化学信号

化学信号是通过对气味，有时是味道的感知完成的(见188页)。如果由风吹送，这些信号能传递很远的距离。但只有在顺风的情况下，其他同类才能接收到。哺乳动物如鬣狗和鹿，用保存时间较长的化学信号标出自己的领地，而蚂蚁用来标记寻找食物的路径的是一种消失较快的化学信号。

信息素是生物体发出的化学信号或“信使”。在行为或生理方面它对同类的其他动物有特殊作用。这种信号在动物王国里广泛使用。如蚂蚁、白蚁和蜜蜂这样的社会性昆虫中，许多或大多数社会功能是通过信息素传递而完成的。如在白蚁群体中，人们认为蚁后产生一种阻止其他雌性白蚁卵巢发育的信息素(见63页和156页)。而受惊的蜜蜂发出起警报作用的信息素来引起其他工蜂的注意。哺乳动物产生的信息素对于繁殖很重要。雄性野猪的信息素使雌性野猪做出交配的姿势。雄老鼠发出的信息素可刺激雌幼鼠尽早进行性发育，而成熟雌鼠发出的不同信息素抑制这种发育。信息素也用来标志路径，表明领地区域以及吸引异性配偶(见188－189页)。

声音信号

声音信号的主要优势是声音的高低与强弱可以快速变化。因此它们可以被用来传递大量信息。另外声音信号传递速度非常快，能发向各个方位而且接收者很容易接收到。动物利用一些精巧的装置增加声音的强度来使信号传得更远。蝼蛄建造的角状洞穴能将它们发出的信号增强20倍。吼猴类灵长目动物以及一些鸟、青蛙和蟾蜍都有很大的声囊，这些声囊可以放大动物发出的声音。有些树蟋在树叶上打洞，然后待在洞中发出鸣叫。树蟋通过震动翅膀发出声音，声音传送到叶面其他区域后传播到更广阔的地方。

鸟类发出的短促而比较简单的声音信号叫做鸟鸣，发出的较长且复杂的声音为鸣啭(见方框，152页)。蟋蟀、蝉以及一些鱼发出的声音有时也叫做“鸣唱”，但与鸟的鸣啭相比，缺乏复杂性。座头鲸发出的声音一般可持续10分钟，但最高纪录可达30分钟。这种声音信号可以使座头鲸聚集在一起并互相帮助。其他一些鲸和海豚发出各种各样的尖叫和啸鸣(见144－145页)。由于频率低的声音比频率高的传播得远，所以大型动物，如鲸和大象，发出频率低的声音与远处的动物互相通讯。由于频率较低，人类的肉耳听不到这种声音，声音在水中容易传播，所以长须鲸的声音可传播几百公里远。

视觉信号与电流信号

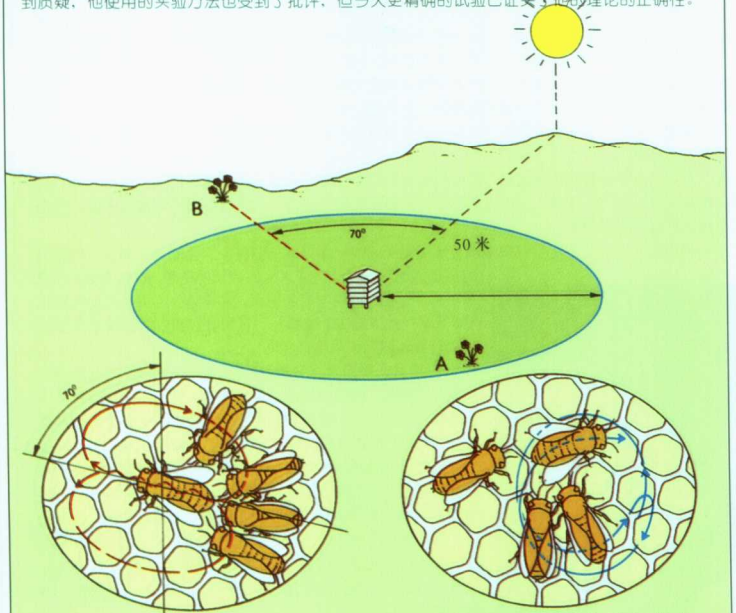
许多种动物都利用视觉信号传递信息。它们可以很快开始也可以迅速结束，但一般

蜜蜂的舞蹈

整个动物王国中最奇特的交流形式当数蜜蜂的舞蹈。当一只工蜂发现大量食物时会在昏暗的蜂巢内跳舞来传递多种信息。如果食物在离蜂巢50米(164英尺)的地方，它会跳圆形舞——先向一边，然后向另一边绕圈。其他工蜂随着它跳舞并用触角与舞者保持联系。它们得到它通过嗅觉器官带回的花的香味并且品尝到了它回翻的一小部分食物，然后它们飞出蜂巢，在半径为50米的范围内寻找与刚刚获得的香味相同的花丛。

如果食物距离蜂巢较远，返回的工蜂跳的是摇摆舞，即以直线为中心轴的八字舞。在舞蹈呈直线的部分，它来回摆动自己的腹部，发出连续的声音。食物离蜂巢越远，它跳舞的速度越慢；食物越多，摆动的越激烈，发出的声音也越急促。舞蹈呈直线的部分的角度表明了食物所在的方向，蜂巢的顶部相当于外边太阳的位置，舞蹈是按食物源与太阳在垂直方向所形成的角度进行的。因此这种象征性的舞蹈表明了食物所在的方向、与蜂巢的距离和数量，而在圆舞中，气味表明了一切。

蜜蜂舞蹈的含义是由奥地利科学家卡尔·冯·弗里施发现的。他放置了散发出味道的糖水在外面吸引蜜蜂，然后把飞来的蜜蜂做上记号。当这些蜜蜂回到他专门设计的特殊蜂巢后，弗里施仔细观察它们的舞蹈。最初他认为蜜蜂跳舞主要是为了把香味传递给其他成员，但情况并非如此。他又放了其他一些食物出去，有的和第一次放置的食物的位置在一条线上，但与蜂巢的距离却不同；有的与蜂巢的距离与最初的食物与蜂巢的距离相同，但它们呈扇形排列。又一群工蜂来到最初食物的位置而没有到离它们最近的食物的位置去，这表明它们知道食物的准确位置。在试验中弗里施又发现蜜蜂利用偏振光可以在太阳昏暗的多云天气里飞行。开始冯·弗里施得出的结论遭到质疑，他使用的实验方法也受到了批评，但今天更精确的试验已证实了他的理论的正确性。



摇摆舞，中央的蜜蜂是以和蜂巢成70°角舞蹈，表明通过按照与太阳位置所成角度从巢中飞出就可以找到距离较远的食物源。

圆形舞，找到食物的蜜蜂跳舞表明附近有食物源(半径约50米或164英尺)，但方向不太明确。

只能在白天使用而且还容易被树木一类的东西阻挡。视觉信号通常由亮丽的色彩或容易被注意的忽动忽停的动作组成。雄性招潮蟹的一只螯颜色较亮并且比其他螯长，它们以一种独特的方式挥动这只长螯以吸引异性。蝴蝶的翅膀和许多雄性鸟类羽毛亮丽的颜色和图案可以用来吸引距离较近的异性，而雄性造园鸟开辟出特殊的交配区域并利用颜色明亮的装饰物吸引异性(见94—95页)。

一些动物克服了视觉交流的主要局限——阳光的时间性——自己发光。当萤火虫在夜晚飞行时，雄性萤火虫发出独特的荧光，而地面上的雌性萤火虫发出自己的荧光回应异性(见62页)。另外一种雌性昆虫模仿这种回应的荧光，当雄性萤火虫飞下来与它们交配时会被它们吃掉。许多深海鱼类和其他海洋动物因没有太阳光可借助，慢慢演化出各种奇异的发光器来满足各种需求(见方框，221页)。

触摸和震动信号

只有当动物互相接近时，才能使用触摸信号。灵长目动物主要利用触摸来表示友好及抚慰(见方框，139页)。互相梳理毛发不仅可以除去皮肤上的寄生物，也可用来加强家人及伙伴之间的情感。当老鼠拥挤在一起时，除了得到温暖外，还加强了社会关系。绢毛猴通常相互把尾巴缠绕在一起。

震动信号在短距离内会产生效果。雄圆蛛网蜘蛛通过特殊震动网丝来引起雌性的注意，以此避免成为雌性的猎物(见68—69页)。雄性水蝇在水面震动制造涟漪，把信息传递给其他雄性对手及可能的配偶(他们利用触角接收信号)。鼹鼠用它们的头猛击地道的顶部，并以此与其他雄性对手及配偶交流信息。蚱木昆虫，如书虱，与鼹鼠采用同样的方式传递信息。

动物是否有自己的语言

一种可称为语言的交流体系必须具有象征性，必须能够既表示在时间上和空间上都遥远的事物和事件又能表示抽象的思想。以前有人认为语言是人类所特有的，但一些动物的交流体系与人类的语言存在着共同的特点。蜜蜂的舞蹈语言就是一个最为人所知的例子。这种舞蹈含有某种象征性意义并可传递各种信息，由此搜寻到食物的蜜蜂可以告知其他工蜂关于食物来源的方向、距离远近和多少(见方框，153页)。

另外一个认为动物中可能有语言的例子一直存在争议，那就是教黑猩猩与大猩猩用人的语言或象征符号与人交流。所有尝试教会黑猩猩说话的努力都失败了，因为他们与人不同，不具有能发声的声音器官。但同时黑猩猩却学会了利用符号语言。一只年轻的雌性黑猩猩学会了100多种聋人用的美国符号语言，她知道在什么情况下用什么符号，也知道把单个符号串在一起表达诸如“给我糖”或“撒开”的意思。另外一只黑猩猩莎拉学会用有颜色的塑料符号代表单字，并能用适当的符号回答问题。这些实验表明了黑猩猩可以学会用抽象的符号表达事物及行为。但这种使用抽象符号及蜜蜂的舞蹈语言与人类语言之间差别的争论依然会继续下去。

参见

- 了解动物行为 148页
- 领地、交配和社会组织 156页
- 防御、伪装和欺骗 166页
- 感觉与知觉 188页

身势语

鸟类与哺乳动物利用身体的姿势和举止来传递有关它们自身情况和地位的信息。社会地位高或具有攻击性的动物常常使身体直立，狗与狼竖起耳朵，海鸥则高高昂起头。社会地位高的猕猴会把尾巴抬起在背上方呈S形，而社会地位高的狼会使尾巴抬起远离身体其他部位。社会地位低或屈从的动物经常采取相反的姿势，屈从地位的鸥类会收回翅膀缩回头身体下弯，而从属地位的老鼠仰面躺着露出腹部和胸部。从属地位的幼狼采取类似的姿势或把脑袋歪向一边避免与地位高的狼对视。它们还使身体、头和耳朵处于低的位置并把尾巴夹在两腿之间。

哺乳动物能移动它们的眼眉、鬣唇和脸颊，而有一些动物，如狗、猫和马，能移动耳朵。这些有着各自特点的不同姿势可以用来传递多种多样的信息，如攻击、满足、友好、恐惧和灵长类动物特有的生气和高兴。

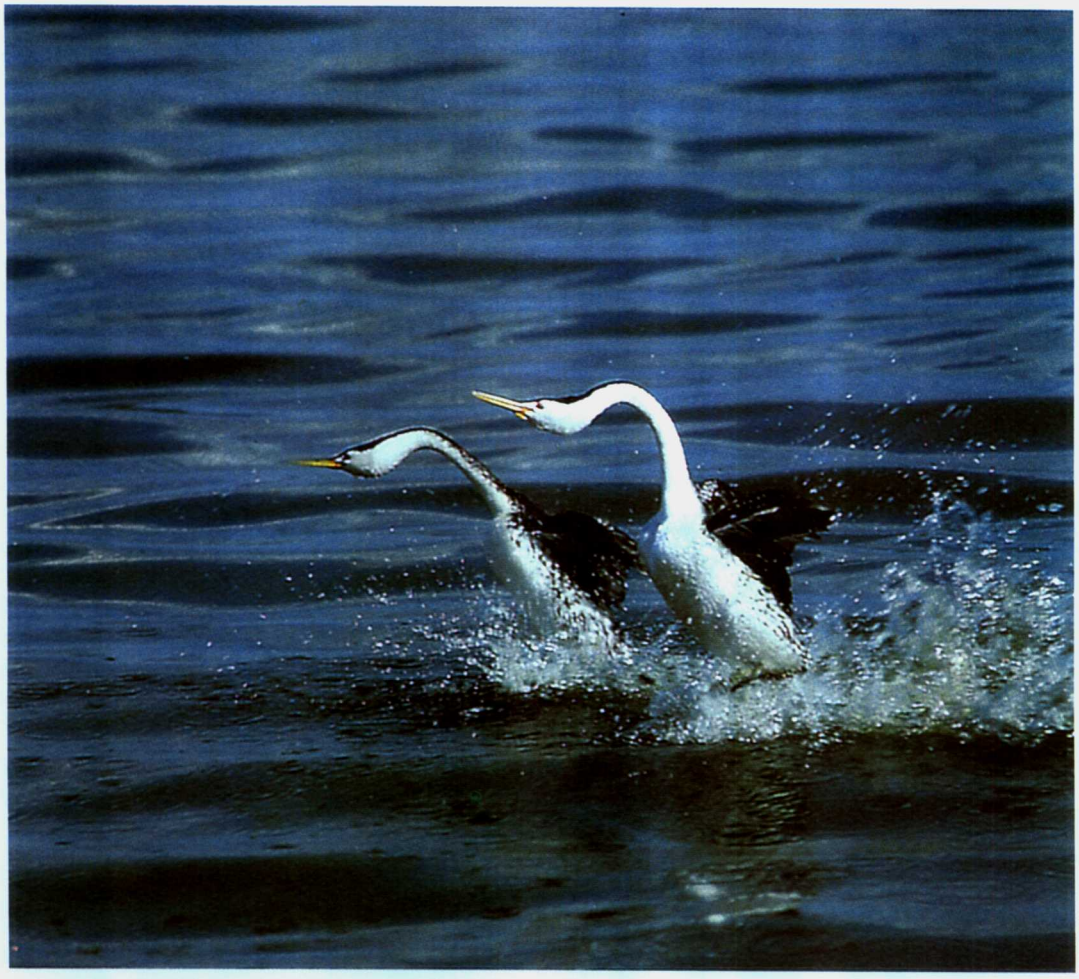
大象、马、斑马、猫和狗用耳朵传递信息。马和斑马垂下耳朵并张开鬣表示攻击，而狗和猫竖起耳朵并张开龇着牙的鬣表达同样的信息。猫和狗垂下耳朵表示的是屈从，所有这些动物都通过竖直耳朵表示友好，而马张开鬣，狗和狼鬣部放松来表示热情的欢迎。大象耳朵摊平靠着身体表示放松而象鼻上下卷起表示防卫。它们要进攻的时候耳朵远离身体，鼻子向外伸直。

由于脸部极其灵活，灵长类动物利用面部表情传递多种信息。人们认为它们的有些表情是用来交流的，而另外一些表情的目的还不清楚。较高级的灵长类动物把鬣张得很大来吓唬别的动物；具体表情为：瞪着眼睛，张着鬣但鬣唇盖着牙齿。如果幼小的灵长类动物板起脸，那是与乞求有关。狒狒和黑猩猩表达喜悦的时候脸部放松并张开鬣，这与人类的笑相似。

狼的支配和屈从的姿势。

几种灵长类动物龇牙表示屈从、丧气或恐惧。大多数灵长类龇牙的时候，鬣角向后拉以露出牙齿。这种表情是在表示屈从或让步时做出的，但黑猩猩用它表示友好，这使人想起人类的微笑。灵长类动物和人类的婴孩遇到了难吃的东西或难闻的气味时做出相似的表情。有人提出这种表情最初源自动物想要摆脱鬣里不想吃的食物这一动作，而以后慢慢演变为猴子与猿的表达恐惧的龇牙表情。另外一种解释为动物做出这种表情是对于居统治地位的个体发出的可怕气味的反应。后来它慢慢演变为表示屈从和让步的信号。狒狒和黑猩猩用这种表情来确定从属地位以增加友好的接触，同时可以指出的是人类同样利用微笑来表示让步和友好。

交流的进化



西部鹈鹕冲水展示。不同种的鹈鹕显示了不同的求偶仪式。通常非交际性展示的起因很明显；但其他展示的起因依然无法解释，其中包括图片中的冲水展示。

交际中的许多展示与其他目的的行为方式相似。在求偶过程中，几种鸭科动物的雄性把喙对准翅膀或朱回晃动，这与用喙梳理羽毛的动作相似。巨冠鹈鹕把筑巢材料送给他们的配偶。各种交际行为方式是由其他常用的行为方式演化来的。这种过程就称为仪式化。它通常包括夸张的身体运动或长有鲜艳颜色或特殊身体结构特点来加强信号的效果。孔雀的尾巴就是起夸张与装饰作用的一个主要例子。

通常人们对仪式化的交际信号非交际起因(如果确实存在)一无所知，但在某种情况下，我们可以通过对一些亲缘动物相似行为的比较研究猜测它们之间的密切关系。例如，雉科鸟中的山齿鹑搜集食物，在交配前送给它们的配偶；家鸡在地上啄食却不啄起食物；棕尾虹雉在雌性面前弯下身体并在地上啄食，同时它还竖起、展开其巨大尾巴上的羽毛。这种给人印象深刻的展示大概起源于觅食行为。

许多非讯号行为看起来已变得仪式化了。植物性神经的各个方面(其中包括排尿，体温控制及呼吸)似乎为仪式化提供了丰富的物质基础。鸟类的竖起羽毛，哺乳动物竖起体毛控制热量的散失，但这种行为，特别在张开羽冠或颈羽的时候表达了一种攻击的信号。暹罗斗鱼在挑衅及求偶的过程中鳃部扩张，呼吸动作夸张。这完整动作或意向行动在动物不能完成一种行为模式时产生。狗暴露牙齿是进攻的第一步，但如果鳞部夸张的缩回也有同样的意思。当一种动物被促动同时做两种(或更多的不同)动作时，据说就出现了动机冲突一它可能在两种动作间交替出现，在行为的过渡中表现出两种动作的要素，或表现出称为代替行为的表面上不相关动作。许多情况下，这种冲突行为看起来已仪式化了。雄刺鱼“之”字型的求偶舞蹈在靠近及离开雌性刺鱼时交替出现；猫的进攻挑衅方式(竖起毛发，身体直立)与恐惧是相似的表现形式(耳朵拉下来，背部弓起)；求偶期间，斑胸草雀在交配、进攻及逃跑时的行为相似，它通常做出与觅食时抹鼻动作相仿的动作。在所有这些情况下，仪式化的行为以一种固定形式表现出来，使接收者对所给的信号一清二楚。

领地、交配和社会组织

动物以很多种方式与同种的其他动物相互影响。一些如鼹鼠、仓鼠和老虎等动物主要是独自行动，只有在交配时才聚集在一起。其他动物形成大小、结构各不相同的群体：鱼群基本上是个体的松散集合，然而在灵长目动物群体中，可以辨认出统治及从属的角色并且常有劳动分工。

主要以防御为目的而结集成群的鱼降低了被捕杀的可能性。在可视性有限的水域中，聚集一起的鱼比均匀地分散在各处的鱼更安全且不易被对手发现。捕食者发现鱼群后，会对鱼群规模感到困惑，不易把注意力集中在个体身上。如果对手发动攻击，鱼群会在袭击者两边分成两组，等游过对手后再组合到一起，或者鱼群会突然向四周散开，这叫做“瞬间扩散”。

不论采取何种社会组织形式，所有动物都需要足够的基本资源，如巢穴、食物及筑巢材料。为了保证充足的基本资源，个体或群体动物有必要占据一个独有的区域，同时把同一种类的其他动物驱赶出自己的区域。这一区域叫做领地，在领地中，主要的资源通过上面提到的方式得以保护。

领　地

占据领地的动物数量不同。仓鼠与老鼠独自占有自己的领地；鸥成对地占有领地；鬣狗、狮子及草原犬鼠则各自群居在一起占有领地。许多动物如旅鸫及雏在大范围多用途的领地上觅食、交配和抚养后代，但有些动物的领地只有某一种用处。例如，鼠尾松鸡与乌干达水羚羊聚集在传统的交配区域——繁殖地，在那里每一只雄性保卫一小块交配领地。雌性受到吸引，来到繁殖地并愿意和占据特定领地的雄性交配，通常是处于那些繁殖地中心地带的领地。由于可获得的食物资源丰富，在岸边筑巢的群居海鸥保卫巢周围的一块区域仅仅是为了抚养后代。

许多动物经常在自己领地的边界线上巡逻，使用各种信号表达对领地的占有，并打击所有入侵者。包括狗、獾、鬣狗、犀牛及鹿在内的许多哺乳动物用自己的粪、尿或气味来作领地边界的标志。另外鸟类通过鸣叫，刺鱼进行边界展示来达到同样的效果。

当好处(指获取食物或成功地抚养后代)多于诸如花费时间、精力及可能受到伤害一类的弊处时，一块领地才值得保

白　蚁

白蚁群居生活(见插图，160页)，像蜜蜂、黄蜂及蚂蚁一样，白蚁是完全社会性的昆虫。在一个群体中，等级不同，分工也不同。白蚁群体与蜜蜂有所不同，工蜂可以是雌性或雄性，起繁殖作用的蜂王、蜂后的地位也是永久稳固的。

一个新的白蚁群体是由有翅的雌性及雄性白蚁(蚁王和蚁后，或主要的繁殖蚁)组成的。蚁王与蚁后在交配飞行中相遇，然后建起了第一座蚁穴。在蚁穴中，他们在翅膀蜕掉后交配。蚁王与蚁后亲自抚养第一批出生的幼蚁，这是因为没有工蚁的帮助。第一批幼蚁很瘦弱。但它们会发育成工蚁并接过蚁群中的工作：它们建蚁穴，搜集木屑(许多种白蚁的食物)，抚育下一代，并喂养蚁王与蚁后。工蚁是不会生育的雄性或雌性白蚁；它们没有翅，眼睛退化或已消失。最年轻的工蚁照顾幼蚁，从巨大唾液腺中产生幼蚁所需的食物。年纪大一些的工蚁搜集食物并留下气味，使其他工蚁能够找到食物。

兵蚁的责任是保卫蚁群。它们无翅，不能生育，是专门起防御作用的白蚁。在一些白蚁种中兵蚁为雄性，而在另外一些白蚁种中为雌性。它们可能用起切割作用的巨大上颚来咬入侵者；尖锐的上颚用来刺穿物体；厚重的圆柱形头部用来堵塞蚁穴的通道。一些兵蚁的唾液腺分泌出某些化学物质，能够刺痛、诱惑入侵者或使他们中毒。

蚁王与蚁后：有着肿胀腹部的蚁后，旁边为蚁王。另外还有一些工蚁和兵蚁(兵蚁的头部巨大)。

随着蚁群的发展，蚁王与蚁后主要工作就是喂食与繁殖后代。蚁后的腹部异常肿胀，与蚁王固定生活在靠近蚁群中心的皇家蚁穴。经过一段时期后，也许是多年后，一些幼蚁发育成有翅芽的幼蛹。蜕皮后，变成可繁殖的有翅成年白蚁，有功能完备的眼睛。它们离开父母所在的聚居地，飞去寻找配偶并建立新的白蚁群体。

白蚁的等级分类并不清楚。在许多种白蚁中蚁王或蚁后离开聚居地后，会出现替代者，所以性发育通常以某种方式受到抑制，这可能通过信息素来完成，但对此人们并不肯定。

雄性加拿大盘羊通过激烈的争斗获得较高的社会地位，虽在几公里外就可听见羊角猛烈的撞击声，它们之间的争斗依然公平合理。它们头对头冲到一起，震动所引起的影响大部分已被厚重的特殊头骨消除。在这种“有限进攻”中，双方尽量避免对肋部的危险撞击。

侵犯行为

动物通过进攻进行对食物、巢穴及配偶所有权的争夺。这种行为会伤害或可能威胁对手。不同种类动物的进攻方式各不相同。一些动物拥有特殊武器，如鹿有鹿角，牛有牛角，甲壳虫有触角。其他动物如斑马和老鼠则用蹄来踢打或搏斗。某些珊瑚生长在它们对手表面，而海葵利用特殊的叮螫细胞互相叮螫(见53页)。

最初对手们通常在一定距离外用仪式化信号互相威胁：如吼猴、牡赤鹿及蟋蟀吼叫，招潮蟹挥动他们的螯，一些乌龟和蜥蜴来回摆动头部。如果这样不能威慑对手，它们会移近距离：鹿会互相平行行走，暹罗斗鱼头对尾转圈移动，同时用尾巴猛烈拍击水面，打击对手。互相推搡在鱼类、蛇、犀牛和鹿一类动物中十分常见。一种动物通常在真正击打之前放弃进攻并逃跑或表现出臣服的姿势来承认失败(见方框，154页)。

胜利者会获得一大块领地及其中的食物和修筑巢穴的地方，另外还会获得一小块吸引雌性的繁殖地。在社会性动物群中进攻会引起等级制度的形成——一种可以优先获得食物及配偶的制度。群居的鸟类(如鸡)形成了一种啄食顺序的线性等级制度：A统治B、C和D，B统治C和D，并依此类推。灵长目动物的等级制度却并不如此严格。几只雄狒狒会占居较高地位，但几只地位较低的狒狒联合在一起可以控制一只地位比他们任何一只都高的狒狒(见方框，139页)。

虽然一些打斗以受伤甚至死亡结束，但多数却以传统的展示了结。由于进攻是为了动物的进化，因此科学家仍视“有限进攻”为一个谜。人们构想出“鹰—鸽”模式来解释说明有限进攻会演化到何种程度。我们来假设一下，所有的动物只用传统的展示方法互相竞争——“鸽战略”，也就是在有冲突迹象之前撤离或在冲突中避免伤害。但遗传基因的变化会产生“鹰”——凶猛好战的个体——由于一定会战胜所有对手所以会使后代中的“鹰”不断增加。因此“鸽战略”并不稳固。但当“鹰”的比例增加时，它们之间攻击引起的伤亡会超出所得的利益，在这种情况下，逃走的“鸽”反倒生活得好些。这样“鸽”的数量增加，“鹰”的数量越来越少，因此“鹰战略”也同样不稳固。由此看来，有限进攻与完全进攻只有在一定条件下才能有利，而两种进攻方式也只有在条件成熟时才能使用。这样“鹰”和“鸽”的数量比值才能达到平衡，同时情况才能稳定。不同种类的动物利用不同的战略或不时地改变战略来达到鹰鸽平衡——例如年幼时为“鸽”，年长时为“鹰”。

卫。例如金翅太阳鸟为了从狮子耳属花的花蜜中获取食物而保卫一块领地。它们由花中得到的能量刚好超出进食及保卫领地所耗费的能量，因此能量上还会有少许的净剩。

交配方式

与繁殖有关的各种活动表明雌性付出的时间与精力比雄性要多，因此雌性往往会对选择配偶很挑剔(见方框，159页)。这样雄性为了引起雌性的注意而互相竞争。求偶是雄性表现自己和表明意图的方式，也是雌性选择配偶的办法。雄性在竞争中打败对手显示自己的本领。这是雌性择偶的依据。成功的标准有时表现得可能有些古怪——绚丽的鸟类羽毛，或复杂的鸟鸣——但通常这种标准是更加实际的。如果雌性选择能够保卫大块领地的雄性，它将有足够的食物来源抚养自己的后代。

不论一雄与一雌或多雌交配，或情况相反，通常取决于雄性提供的抚育形式(见185页)。一雄多雌的交配方式指的是一个雄性与多个雌性交配。一雄多雌的动物中，雄性常常具有强烈的地盘性(或在繁殖季节如此)，为了保卫自己的一群雌性配偶与其他雄性争斗、竞争(见下文)。交配后，雄性通常不尽父亲的义务，在如红鹿、海象一类的哺乳动物中及在繁殖地炫耀求偶的鸟类中，雄性与许多雌性交配，然后由雌性独自抚育后代。一些雄性——如松鸡和黄腹旱獭——与一些雌性交配并保卫领地使雌性抚育后代。在一些情况下，卵在体外受精，如刺鱼和产婆蟾，雄性与一些雌性交配，然后自己照料卵。

通常的交配方式是单配偶，一个雄性与一个雌性交配，在这种情况下需要雄性帮助喂养后代，这种情况在许多鸟类中常见(见94—95页)。天鹅、鹅和鹰中的配偶关系是永久性的。

许多园林鸟类的配偶关系会持续一个季节。由于哺乳后代的雌性不能猎食，因而雄性需要为雌性觅食，所以在哺乳动物中才存在单配偶(如狼)。另外一种单配偶哺乳动物是狨。雄性狨帮助看护幼子，这样体形较小的雌性狨就能保存体力来哺乳后代。

几种鸟类的交配方式为一雌多雄配合，也就是一雌性鸟与多个雄性鸟交配，后代由雄性抚养。由于被捕食的可能性极大，水雉就是采取这种交配方式。另外，由于食物充足，雌性鸟在一个季节中会产下数窝鸟蛋，如斑鹬，40天内可以产下5窝斑鹬蛋。

雄性间对雌性的争夺即使在交配后也不会间断，雄性雀鳐的特殊附器可以在它向雌性雀鳐体内射入精子前把另外一位雄性配偶的精子除掉。一些昆虫和啮齿目动物产生一种交配塞状物，可以用来降低其他雄性交配的有效率。而雄性实蝇科小蝇及蝴蝶在雌性体外放置一种防止激发性欲的物质，从而阻止自己的配偶与其他雄性交配。

社会组织

生活在社会群体中有很多好处，其中主要的一点为相互合作——如寻找以及搜集食物(见165页)，发现危险和对抗敌人(见167页)。

一种最简单的社会群体形式为“家庭”。在一段时间内，父母会同后代生活在一起。豺、天鹅和许多鸣鸟的家庭形式就是如此。而有些鸟类(如绿头鸭)和许多哺乳动物(如熊、啮齿类动物)组成的是单亲家庭，由雌性独立抚养幼子。在一些鱼类和两栖动物的家庭中，雄性承担养育后代的责任。

如果后代长大后依然留在家中，并帮助抚养下一代就形成了“大家庭”。佛罗里达灌丛鸦中大一些的幼鸦通常帮助父

母喂养、照看新生的兄弟姐妹。社会性昆虫——一些蜜蜂、黄蜂、蚂蚁和白蚁(见方框)生活在大的群体中，社会分工非常明确，只有蚁后或蜂后负责繁殖后代，大部分社会成员没有繁殖能力，他们主要工作是觅食、筑巢、维护及保护整个群体(见64页)。啮齿动物的一种——无毛鼹形鼠在哺乳动物中是独一无二的，它们的社会组织与社会性昆虫相似(见方框，158页)。

“一雄多雌”是由单一雄性与携带幼子的多个雌性构成斑马与赤猴的这种组织形式为永久性的，但红鹿、海象与海狮的这种组合是暂时的，只持续一个繁殖季节。一年中的其他时候，雌性与它们的幼仔组成自己群体，雄性或如红鹿一样生活在“单身汉”群体中，或单独生活。

多雄性群体由几只动物组成，以此方式组合的有普通或热带狒狒、鬣狗和狮子。虽然雌性动物或雄性动物中都有确定的最频繁繁殖的成员及何时繁殖的等级制度，但是许多雌性或雄性动物都参与繁殖。处于青春期的雄性狒狒经常离开自己的群体而加入另一个群体(见方框，139页)。一只雄性狮子在离开自己的群体后，会用武力征服并统治另一群雌性狮子。这只雄性狮子通常杀死年富力强的幼兽，因为这会使狮子性欲冲动，很快与新的统治者交配(见方框，165页)。

有的动物的社会组织并不很严格。红鹿与海豹的社会组织形式经常随着季节的变化而变化。许多园林鸟只有在夏季时为单配偶形式；在冬季，苍头燕雀和鸲椋鸟成群生活，而旅鸫则独自生活。雌性旅鸫在冬季很少见，它们的行踪依然是个谜。

无毛鼹形鼠

在哺乳动物中，无毛鼹形鼠是独一无二的。它们社会组织形式与蜜蜂、黄蜂、蚂蚁和白蚁的组织形式相似。这些啮齿类动物生活在肯尼亚、埃塞俄比亚及索马里炎热、干燥地区，一生大部分时间在地下度过。它们身长3—9厘米，仅有稀疏的皮毛及须，眼睛与外耳小，但门齿极长，突出在嘴部外，可用来挖掘而不使泥土进入口腔。

一个社会群体包括300只无毛鼹形鼠，内部实行等级制度。最小的和数量最多的为日常工鼠，它们要做大部分工作，包括在巨大植物块茎上挖洞，向社会其他成员提供食物；筑造较深的巢穴，修筑厕所供所有的鼹形鼠在此排尿或排粪；给居住在共享巢穴中的其他成员提供食物并帮助喂养后代。工鼠中有雄性或雌性，但它们都不能繁殖。

一些体小的工鼠长大后加入另一个等级成为非日常工鼠。它们帮助筑穴和觅食，但工作量只有日常工作的一半。它们主要工作是保卫群体，抗击敌人。它们只有在有繁殖功能的鼹形鼠被除掉后才能恢复繁殖功能。最大的鼹形鼠除了照料后代以外不做任何工作。它们大部分时间睡在鼠后旁边。但当有外敌入侵时，它们会冲出巢穴保卫自己的群体，所以有时它们被叫做“兵鼠”。雌性“兵鼠”一般不能生育，但雄性可能会与鼠后交配。鼠后只负责哺育后代，但每隔几小时，鼠后都会到王宫外巡视，嗅或戳其所遇见的鼹形鼠。

鼠后的权威会持续多年。它通过对其他雌性鼹形鼠的某些行为和其尿中的味道来破坏工鼠的繁殖能力。当其他鼹形鼠使用厕所时，会把排泄物涂在自己的身体上。如果鼠后被除掉，其他雌性鼹形鼠就会恢复繁殖能力。鼹形鼠的群体生活形式会给社会成员带来许多好处——共同搜集食物，筑巢穴，帮助近缘生育繁殖(见方框，149页)。与此相比，限制繁殖能力与双役束缚都已无足轻重。类似的节制生育的社会方式在社会性昆虫和其他动物中(如狐)也常见。

海象聚集在阿拉斯加伦得岛上的群栖处。虽然雄性鸟与雌性鸟同样可以喂养幼鸟，但雄性哺乳动物却缺乏必要的哺育器官——乳腺。因此鸟类多为单配偶，而许多哺乳动物(如海象)为多配偶——雄性哺乳动物与多个雌性哺乳动物交配，交配后雄性离开，由雌性单独哺养幼兽。多配偶的雄性动物之间为争夺雌性动物竞争非常激烈，因此会出现显著的性别上的二态性：如雌性海象要比雄性海象小得多而且象牙短而薄。

参见

- 不断发展的进化 16页
- 昆虫：生命周期 62页
- 鱼类：生命周期 74页
- 两栖动物世界 80页
- 爬行动物：生命周期 86页
- 鸟类：生命周期 94页
- 动物的交流 152页
- 生物的节律 174页
- 性与繁殖 184页

性别的二态性

许多雄性动物与雌性动物相比，体形较大，更具攻击性，而且外表特征尤为显著：雄性海豹的身体更大更重，雄孔雀的羽衣颜色更亮丽多彩，雄性鹿角锹甲有巨大的触角(见方框，63页)。这种现象，叫做性别上的二态性，它与动物花在繁殖上的时间与精力不同有关。

与雄性相比，雌性在繁殖方面花费更多的时间与精力。和精子不同，卵子的形成更费时间与精力，并且产量很少(见184页)。雌性会用卵黄或奶汁哺养子女，并用蛋壳或采取随身携带的方式保护他们。如果雌性动物一次繁殖失败，它们需要为此做出的补偿比雄性要大。因此雌性动物在选择配偶方面比较挑剔，而雄性动物为了吸引它们，必须得努力地通过亮丽的外表、鸣叫或展示而显示自己是合格的。雌性动物会选择在某方面较突出的雄性为伴侣，如有最长的尾巴，或最复杂的鸣啭，或最特别的展示。所有这些特点最终会遗传给它们的后代。

这种性别上的选择使得雄性动物出现了适应性的变化，如雄孔雀的大尾巴，芦苇莺复杂的鸣啭，求偶时鹰在空中的展示。

由于雌性动物的卵子在一次交配中会全部受精，因此能快速产生大量精子的雄性可同许多雌性动物交配。那些交配次数多的雄性动物是竞争力最强的，但并不是所有雄性动物都能做到这一点。一些种类的雄性动物(非雌性动物)繁殖的成功率有很大差异。海豹中最高的交配率可达94%；但其他雄性可能一次都没有交配过。因此与雌性交配会引起竞争，这种竞争会使雄性身体变大，并生长出各种像武器一样的器官，如牛角、鹿角或象牙。但并不是所有动物都显示出二态性。一些雄性动物得照看后代：如雄鸟得喂养幼鸟，一些小型灵长目动物得携带幼兽。在这些情况下，雄性动物对繁殖后代也贡献不小。这些动物实行单配偶形式而不是多配偶，这样使更多的雄性动物可以进行交配，因此性别上的二态性就不是很明显。另外几种雌性动物(如水雉)与多个雄性交配，而由雄性哺养后代。这种情况下，雌性动物比雄性动物体型更大，更有攻击性，并在交配方面更活跃。

动物建筑师

在自然界中我们会发现动物设计建造的建筑工程，有单细胞变形虫用沙粒建成的保护层，也有大猩猩和黑猩猩用树枝搭成的简单却讲究的休栖所。虽然大部分动物搭建巢穴是为了栖身和保护自己，但有些动物却是为了捕食其他动物。

作为自然界生物群的一员，人类认为自己毋庸置疑地是最出色的建筑师，但动物王国中的许多建筑实例，使人类不得不重新评价自己在建筑方面的地位。如果一只工蚁的大小如人类一般，它建的巢穴也以同样的比例增加，那么最大的土丘会变为1800米(5900英尺)高——比人类迄今为止最高的建筑还要高出3倍。

矿物质结构

天然硅石与碳酸钙在自然界储量很大，这些矿物质被无脊椎动物充分利用，事实上我们所见到的只是有关动物的外骨骼，严格说来不能算是建筑物，但这些矿物质结构却是惊人的，其中包括最微型的，也有地球上最大的有生命结构——澳大利亚与伯利兹的珊瑚礁(见215页)。最近的研究表明侏罗纪晚期(1.4亿年前)以硅石为基础骨骼的海绵曾经比珊瑚更巨大，位于更深的海底，通常在海面以下100－400米(330－1300英尺)。现已成化石的巨大海绵礁覆盖了从土耳其北部黑海向西到西班牙的广阔水域。

与其相反，单细胞海洋有孔虫吸收钙质，形成微小的石灰质外壳，在有孔虫成长期间，不断增加新的外壳分部。温水单细胞放射虫利用硅石形成对称的长而尖的骨骼，起到悬浮与保护作用。

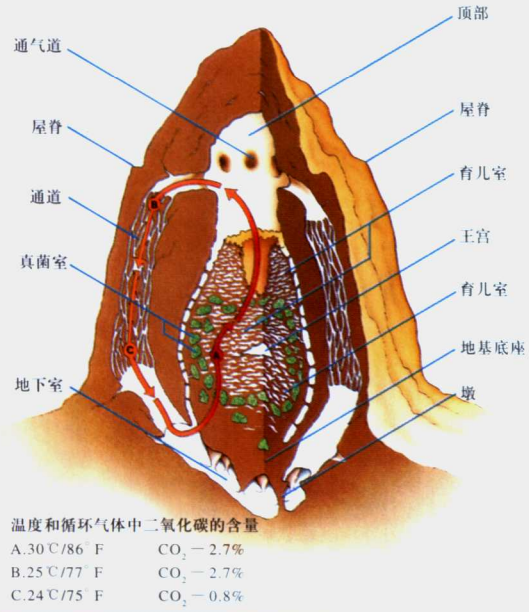
丝质建筑

有些动物利用身体分泌物作为建筑材料，其中最常见的是丝。这种主要为蛋白质的物质从体内排出，变干，形成纤细的丝。与人造纤维比，它更结实、更有弹性。蜘蛛吐出的丝用途广泛(见68页)。人类最熟悉的是用来捕昆虫的蜘蛛网，它另外还有些不为人知的用途，如水纺蛛奇特的“潜水网”。水纺蛛把织好的一簇丝线与水草相结并使丝线间充满气泡，然后把它们缠在腹部与腿之间。这样水纺蛛能在水下呆一天，间或冲出水面捕食小的甲壳纲动物和水中的昆虫。

昆虫的幼虫和毛虫从液腺分泌出丝状物。由于吐出的是连续的丝线，所以如果用于建筑或成茧就需要几个小时的头部运动。一只蚕把3－4公里长的纤丝编成蚕茧(见64页)。许多飞蛾幼虫在丝罩外放上石头、木条和其他残物做伪装。生活在水中的石蛾幼虫的丝罩也有同样的用处。石蛾的一种幼虫编成用沙做外罩的螺旋形套子；另一种在罩内放置小蜗牛壳；还有一种在有急流的水中编织成捕虫网并把网与木棒连在一起，捕食漏进来的食物。亚洲热带地区的长尾蚁在树叶间用丝把树叶编织成网。成网过程中，一些工蚁把邻近的树叶聚在一起，另外一些工蚁把幼蚁当成梭子，在叶尾间交叉穿梭，同时挤压它们，使幼蚁分泌出粘丝。

自然的粘性物质

一些动物使用唾液和被叫做粘蛋白的粘性分泌物。欧洲普通雄性刺鱼先搜集一些植物，然后用肾分泌出的粘液把它们粘在一起，最后在其中一个足够大的洞中，让雌刺鱼在里面产



白蚁的土丘

昆虫世界里，白蚁是真正的建筑专家。在热带和亚热带地形中，较进化的白蚁建成的巨大土丘构成了高高的尖顶。其中最突出的当数非洲大白蚁的穴居。它们中最高的可达8米(26英尺)，普通白蚁群中的白蚁数量可达200万。

可可大白蚁的工蚁用土粒和唾液建成了坚硬、砖状的土丘外壁，它可以阻挡一般的攻击者。穴中央有许多迷宫般的通道，通向众多的起着不同作用的“房间”：育儿室是用来孵化和抚养幼蚁的地方；特殊花园是用来栽培真菌的(真菌是白蚁的食物)；在王宫中，蚁后与蚁王居住在一起并产下无数的卵使整个群体得以延续。

除了起到防御作用外，土丘还可以形成一种平衡的“小气候”，这对生命很脆弱的白蚁是必须的。穴中的温度、湿度和空气的新鲜程度都得到了准确的调节。白蚁和真菌的新陈代谢使温度保持在30℃(86°F)左右，并产生对流影响到土丘顶部。然后温暖的空气通过狭窄的屋脊通道进入土丘壁，向穴外散热，排出二氧化碳，同时氧气进入。最后凉快清新的空气从下面进入居住区域，再重新开始循环。这种复杂的空气调节方式使白蚁可以完全脱离外部世界而生存，因此他们能够成为非洲白蚁中数量最多的一种。

卵。当雌性刺鱼受到吸引，在洞中产卵后，雄性刺鱼分泌出精子使卵受精。

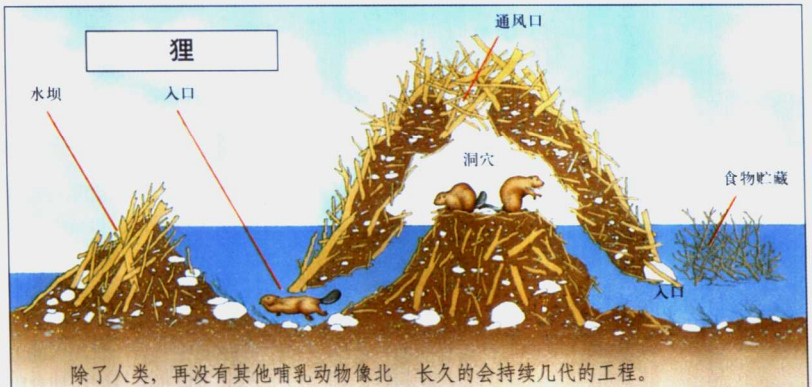
树蛙在寻找足够的水源产卵时会遇到一些困难。但爪哇的黑蹼树蛙采用一套聪明的办法，快速踢后腿，把粘蛋白泡沫绕于卵子。这样旁边的叶子粘在泡沫球上，最终成为一个网兜，受精卵和发育中的蝌蚪就得到了保护。泡沫中间部分分解后，留下了一个小水池。最终球体被雨水冲走后，小青蛙就可以在外部世界自由活动了。

蜡、木材、粘土和泥土

工蜂从腹部的腺体中分泌出蜡片，与唾液混合后去掉多余物质成为六边形蜂巢。利用一对方位传感器(与胸部正对，并与头部对齐的几束传感纤毛)，工蜂能建筑垂直的蜂巢，因此也能够保证巢壁的正确角度。巢壁的厚度是通过用刺来测试墙壁回复平面状态的速度决定的，而通过使前一对腿呈两脚规状来测量巢的宽度。尽管蜡很薄，但每一座蜂巢都可以支撑上面的其他蜂巢，因此40克(1.5盎司)的蜡能够建成长35厘米(14英寸)，宽20厘米(8英寸)的蜂巢，这样一座蜂巢可以装入1.5千克(3.3磅)的蜂蜜。

北半球的胡蜂用木材混合唾液成浆状，然后去掉多余部分使之成小球状或纸草线，最后用这种材料建成分格式的蜂巢。一些蜂巢可达1米(39英寸)宽。蜂巢的外部通常装饰华丽，从不同层次的颜色可以看出胡蜂用不同的纸草来搭建蜂巢。

当粘土被水或唾液湿润后，可以形成条状或球状。蜾蠃蜂建成球状巢，每个巢中排入一个蜂卵，然后放入捕捉的昆虫作为幼蜂的食物，最后用另外一个土球把巢口堵住。能够最大程度使用粘土、木材和泥土的当数白蚁(见方框，156页)。它们所建的土丘的复杂结构在昆虫世界中是独一无二的。澳大利亚的罗盘蚁把洞穴外部连成一线，这样长长的中心轴永远保持南北走向，而它们就可享受早晚太阳的照耀并免除正午的强烈日晒。



除了人类，再没有其他哺乳动物像北美及欧亚大陆北部的狸那样能够显著地改变外部环境。它们这样做的目的是建立自己的家园，同时还有防御外敌及严寒的“护城河”。

为了造一个湖泊，狸会建一座水坝来阻断一条溪水的水流。这是用砍伐来的圆木、树枝及嫩枝来完成的。另外狸还用泥土、砂砾和大石头撑住堤坝。坝的表面有一层泥土，是防水的。维护与加高水坝是一项长久的会持续几代的工程。

狸会居住在小溪河岸的地洞中，但通常它们在自己造的湖中特殊的洞穴中居住。这些洞穴与水坝平行，但通风处建在土丘顶较松软的地方。洞穴的底部在水平线上，但入口在水下通道处，附近是贮藏夏秋搜集到的树枝和花茎的地方。狸在选择造水坝的位置时很小心，一定要保证湖水足够深，这样即使在最冷的冬季，地坝也不会结冰，因此它们就能顺利地进入贮藏食物的秘窖。

在纳米比亚依投莎国家公园群居的织布鸟的巢。这些织布鸟的庞大的巢是共享的，它们有着共同的构架和屋顶，但内部有上百个单独的鸟巢。从下面看这些鸟巢像大海绵一样，有时它们会重到把树枝压折。

筑巢的鸟

人们对于鸟巢大多很熟悉，其中许多是很复杂的建筑(见94页)。鸟纲中最非凡的建筑师大概非织布鸟莫属了。它们是生活在赤道和南部非洲的聚居鸟。雄性织布鸟用草制成球状的巢，并把巢置于树杈上。它们把草打结编织成股绳，再把股绳编织在一起，挂在树上像果实一样。它们的巢轻但结实。就乡村织布鸟而言，几十甚至上百个巢挂在一棵树的树枝上，但其他一些织布鸟的巢是共享的。

另一种杰出的鸟类建筑师是非洲犀鸟。雌性犀鸟喂养雏鸟的初期在封闭的树洞中度过。雄鸟与雌鸟把土、唾液、分泌物和食物混合在一起并建成一个门，门上只留一块小洞，雄鸟可以通过小洞给雌鸟和雏鸟送食物，雌鸟也可以保护雏鸟。当雏鸟长大一些不需要喂食时，雌鸟离开鸟巢，雏鸟另建一个门，待在巢内直至羽毛丰满。

动物中的掘洞者

动物世界中很多是技术高超的打地洞好手。鼹鼠的熟练技艺是众所周知的，但能与其匹敌的还有其他哺乳动物。一些啮齿动物在地下修凿如城市般的通道和房间，供整个群体的成员居住。阿根廷无树大草原上的兔鼠可长达90厘米(3英尺左右)，它们把草原掘得满是地洞及洞口，这经常给草原上的骑马者造成威胁。大草原上的栉鼠是较小的啮齿动物，它们大部分时间在地下度过，并在大植物块茎或肉质根之间打洞。另一种不同寻常的打洞好手是非洲的无毛鼹形鼠，它们的社会是所有哺乳动物社会体系中最奇特的(见158页)。

美国中部草原上啮齿动物——草原犬鼠——所建的群体聚居区范围最广。这些地面上的松鼠高度社会化，并用声音传递信息。它们警戒的叫声很特别，相互之间吱吱地叫。一个社会中会有几千只草原犬鼠，它们住在地下洞穴中，并有好几个出口来迷惑入侵者。出口凸起在小土丘的顶部，起到警戒哨所和贮藏食物的作用，另外出口如此设计也是为了让微风吹入，使通道内保持良好的通风。

参见
· 昆虫的相互作用 64页
· 蜘蛛 68页
· 鸟类：生命周期 94页
· 领地、交配和社会组织 156－159页
· 珊瑚礁 215页

觅 食

植物与动物之间一个最重要的区别是它们有着不同的觅食方式。食物是它们生长生活的必需物质。植物可以通过从土壤中获得无机矿物质以及利用太阳能(见31页)来满足自身的需要，而动物必须从它们生存的环境中获得有机物质——食物——来摄取所需的营养和能量。从生态学的角度来看，所有的动物都是消费者，直接或间接地依靠植物制造的有机物质生存(见194页)。

因此觅食一定数量的某种食物是所有动物的基本行为。然而它只是动物生活中许多重要活动中的一种，因此觅食的速度与效率决定动物投入其他活动的时间，如保卫自己地盘、筑巢、寻找配偶和交配、争夺社会等级中的地位或防御外敌入侵。所以觅食的效率是动物生存与繁殖的关键。在这方面表现出色的动物能经得起自然选择(见13页)。这种对觅食效率的要求直接影响并改变了某些生理与行为特征。

专化物种通常只以一种食物为食。以谷物和其他坚硬植物为食的象甲(甲虫科)，在长长的喙部有咬食的嘴，能够穿透种籽或植物的表皮。它们最多可使谷仓中80%的谷物受到破坏。

不同寻常的广化物种

我们周围的世界充满了各种大量的有着潜在营养价值的物质，因此对灰鼠(最非凡的广化物种之一)来说，它可以从整个世界中获利。但灰鼠所处的环境中除了食物外，还有有毒物质及许多有害生物，所以聪明的灰鼠必须小心谨慎。

灰鼠成功的秘诀在于把尝试陌生物质的积极性与小心谨慎相结合。在判断一种物质有用或有害时，灰鼠并不像专化物种那样依靠自己的本能。专化动物用自己本能的测试方式去判断一些情况(如"甜"的味道)，也使它们放弃另外的物质(如苦的东西)。但灰鼠在其生存的环境中会遇到无数种新奇的物质，为需要各种不同的营养，而避免某种矿物质缺乏，广化物种不能只依靠本能的反应，而得依靠复杂的广泛的学习过程。

如果遇到陌生的物质，灰鼠会品尝一下这种物质，咬一小口，然后等待结果。如果在以后的几小时内，感觉到不舒服，它将放弃这种物质，同时也会避免品尝其他陌生的物质。因为这样可以不使有害物质的味道与其他味道相混淆。灰鼠还能把相应时间内吃下的东西分辨出来(同时吃下的相似食物或见到的食物)。如果不再出现不好的感觉，灰鼠会试探性地吃下这种食物。拿灰鼠做实验的人经常用新鲜的无毒的食物当饵诱它们上当，希望它们能品尝并吃掉它，但灰鼠对于捕鼠人的嗅觉是相当灵敏的。

觅食方法

考虑到动物在生态系统中起的作用，它们通常按所食食物为依据分类——食植物的牛和蚜虫为食草动物；食肉的狮子为食肉动物；食昆虫的瓢虫为食昆虫动物等等(见194—195页)。

但评价动物觅食方式的同时，不但要考虑到食物的种类，还应提及选择食物的范围。许多动物以一种或有限的几种动物为食，它们被称为专化物种。考拉只食几种树叶，熊猫只吃竹子的枝，圆蛛以飞虫为食。与专化物种相反，还有一些被称为杂食动物的广化物种，如鼠、猪、浣熊、獾和一些熊，它们所食之物的范围极广，而且可以对遇到的不熟悉的但有潜在营养价值的物质进行判断和尝试。

广化物种与专化物种

广化物种觅食的一个明显优点在于它们食物的多样化，即不仅以一种食物为食。广化物种在一种食物缺乏时，可以选择别的食物。但当专化物种的食物来源趋于减少和有所变化时，它们就缺乏这种灵活性。寄生动物的生存取决于宿主的生存情况；狗械头蚤就必须和狗栾辱与共。能够食用大量食物的能力使广化物种可以占据和建立新的群居地。因此很自然鼠与人作为地球上最知名的广化物种分布最广。

虽然专化物种食物单一，但它们觅食的方式很独特。经过长期的生物进化，它们已具有某些身体特征，如食蚁动物坚硬的颌和长舌；蜂鸟(见92—93页)的长喙和舌；长须鲸的过滤盘(见145页)。这些几近完美的器官可以用来从穴中捕食蚂蚁和白蚁；获得某种花的花蜜；捕食海洋中的浮游生物。但广化物种必须保持自身的多变性，因为仅以一种食物为食的情况下，广化物种会不如生活在同一区域的专化物种。

对于专化物种来说，辨认某种食物是相当容易的。因为只以一种或几种食物为食，这类动物一般依靠对某种食物的本能反应——所需食物的辨认机制是存在于动物体内的，也就是存在于动物的基因中(见22页)。一只考拉并不需要从许多树木中辨认出桉树或其他树木的种类。但同样的本能对广化物种并不合适，因为它们不但以多种不同食物为食，而且需要有判断

在食物与水分不足的沙漠地区，为了生存，动物的觅食方式必须高效率而且适当。东部非洲荆棘密布，严重干旱，长颈羚——一种高大优雅的瞪羚——用它的窄吻和能快速移动的嘴唇扯食树或灌木的叶子和嫩枝。它们从所食的食物中摄取水分，所以它们永远不需饮水。

陌生和潜在的营养物质的能力。因此鼠与其他广化物种(见方框)有着包括本能反应与各种实践经验相结合的复杂的分辨系统。

觅食方式

虽然一些动物(如蜘蛛和水中滤食动物)等待食物上钩，其他动物却必须主动去寻找食物。通常这类食物会不均匀地分布在一定区域：以花粉为食的昆虫要到不同的地区寻找花朵，而食草动物要在看似规整的草场中寻找最合适自己的一块草皮。另外，食肉动物必须面对所捕食动物分布不定的困难。

由于觅食的速度和效率会影响动物的生存，所以动物们一定要采用适合食物分布情况的觅食方法，不论是分布在局部地区还是四处分布，胡乱无规律的搜寻是无效的，因为这会使动物在同一个地区重复搜索。当食物均匀分布时，觅食的动物通常向前斜行以避免回返，这样就可以不断搜寻新的地区，当食物局部分布时，采取同样的方式也可行，但当找到食物后，动物的移动方式会有所改变：它通常数次回返而且朝着同样的方向，这样搜寻就集中在周围邻近的地区。寻找到更多的食物会使动物保持或增加回返的次数，但如果找不到食物，搜寻的路径会伸展到一个新的地区。这些觅食活动经常发生在提供食物的地域(见 156 页)，动物对这种区域的保卫会持续到食物被用完为止。当食物变少时，这一区域就会被放弃，但只要有充足的食物来源，动物会随时随地保卫它。

兵　蚁

非洲和南美中部的兵蚁以各种形式穿越所居住的森林。有 20 天的时间兵蚁群体有一个固定的巢穴。工蚁互相挤靠在一起形成蚁穴，蚁穴中这时只有蛹。在这段静止状态中，蚁后一次产下 60,000 — 100,000 只卵。工蚁为蚁后和构成蚁穴的兵蚁觅食。觅食的路线一般不会重复，每天搜索的方向都与前一天的方向成 126°。大约 15 天的时间里，工蚁走过的路径不会有相同的。它们在走过的路上留下气味，这样就不会迷路了。20 天后，所有的卵都孵化出来，而蛹也变成了新的工蚁，这标志着游牧阶段的开始。以后 15 天中，整个兵蚁群体在森林中穿过，但依然避免重复以前走过的路径。白天时，工蚁用爪携带正在发育的幼蚁，晚上会建起临时营地。这一期间，工蚁觅食来喂养幼蚁。

尽管影片中出现过被大批蚂蚁洗劫后土地的可怕情形，但实际并不如此。蚂蚁的社会群体有时会有600,000只成员，但当觅食时，工蚁会以每小时14米(46英尺)的速度缓慢行进，许多大一些的灵活的动物会逃脱被捕食的厄运，但许多无脊椎动物(如其他种类的蚂蚁、蜘蛛、蝎子、大蚱蜢和毛虫)会被捕获。被捕获的动物被肢解后运回蚁穴。

贮藏食物是很有效的办法，特别是当觅食由于季节或天气不同而受到影响时。屠夫鸟把捕获的老鼠和蜥蜴钉在棘刺上或有刺铁丝的芒刺上来贮藏食物。

参见
- 捕食者与猎物　164 页
- 防御，伪装和欺骗　166 页
- 寄生与共生　168 页
- 消化　178 页
- 生物圈　194 — 197 页

捕食者与猎物

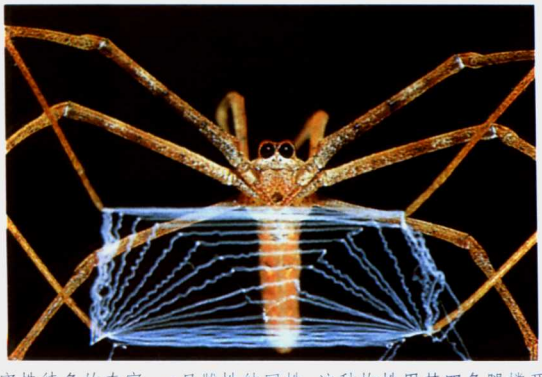
为了获得食物，许多动物全部或部分依靠捕食其他动物为生。被捕食动物是有限的，所以同种动物或不同种动物之间为了争夺相同的食物总会出现竞争。捕食猎物能力强的动物在生存与繁殖方面更占优势。在进化过程中，捕食的技巧和适应性变得更专门化。同时面临捕食者压力的猎物进化出了多种防御措施——更有效的伪装、更敏锐的感知、更快的奔跑速度等等(见166页)。捕食者与猎物之间防御与反防御的本领在不断增强，捕食者总是会碰到更有效的反抗手段。

这种压力直接导致的结果是：捕食者身体与行为的变化许多是由于捕食猎物的要求所产生的。猎物种类多的地方(如热带)，非专化动物占有一定优势，但同时捕食者的数量往往也很多，因此以相同猎物为食的专化动物的情形要优于广化动物。在捕食者与猎物种类多种多样的生态系统内，捕食者应该通过提高专化程度减少相互间的竞争。

守株待兔的捕食者

捕食者埋伏在猎物常出没的地方，当猎物进入捕食范围内后，出其不意地抓获它。一些捕食者利用伪装，不使猎物察觉。螳螂的体色根据所隐藏处的植物的颜色而变化——如变成绿色或枯死叶子的黄色或花的颜色。螳螂有时会模拟叶子的形状：当猎物(通常为昆虫)进入一定距离范围内，螳螂伸出强有力的锯齿状的前腿捕获猎物。蟹蛛与藏身处花朵的形状颜色相似，捕食蜜蜂和蝴蝶。蟹蛛释放出致命剂量的毒液使猎物伤残。

许多埋伏的捕食者修建或挖掘隐蔽所或陷阱。与织网的蜘蛛一样，活板门蛛藏在圆筒状丝巢内，当昆虫撞到丝上，即被活板门蛛跳出捕获。草蛉的幼虫蚁蛉在沙地挖掘很陡的穴，隐在穴底等待猎物(蚂蚁)的到来。当沙土落入穴中，蚁蛉得知猎物到来并用头把沙土猛弹向路过的蚂蚁头部，蚂蚁被迎头而来的沙土扫倒，随后蚁蛉用钳子般的毒颚把它咬死。



守株待兔的专家：一只雌性结网蛛。这种蜘蛛用其四条腿撑开一张网，这张网用于拦截夜晚飞行的昆虫。

机会主义捕食者：一只大贼鸥在一群绒鸭上空盘旋，等待时机。这种敏捷凶猛的鸟不仅捕食其他海鸟(包括其他贼鸥)的幼鸟和卵，而且捕食昆虫、啮齿动物(如旅鼠)及一些小型鸟类。它们经常侵犯海鸥等其他鸟类并迫使它们降落或吐出食物。

一些埋伏的捕食者不满足守株待兔，而用诱饵捕食猎物。美洲淡水大鳖嘴部有蠕虫般的附器，用来吸引过分好奇的鱼；用“吊鱼杆”——张开的大嘴，把猎物招引进来(见插图，221页)。黄腹海蛇漂浮在海面，像一片植物或装死等待着以腐肉为食的动物的光顾；当海水波动并传递猎物的味道，海蛇会向前来察看的小鱼发动袭击。

小型和静止的猎物

对于以静止猎物为食的动物来说，主要问题不在于如何捕获或制服猎物而是如何较迅速地寻找到它们。由于猎物常伪装起来或用某种方式隐藏起来，捕食者逐渐演化出了有效的搜索方法，可以在一定时间内尽可能地搜索到食物(见163页)。涉禽(如鹬和蛎鹬)以海中的蠕虫、蜗牛和有壳的水生动物为食，它们会到食物聚集的地方(海潮最高点与最低点之间的软沙和泥地)寻找食物。不同的涉禽有自己专门的猎物，因此可以减少它们之间的竞争。

巨大的食蚁哺乳动物，如美洲食蚁兽、土豚和旧大陆的穿山甲，会很容易地找到猎物的巢穴。身体适应性的变化，如前腿上强有力的爪，可帮助它们寻找猎物，然后用棒子般长长的舌头把猎物一扫而光。以小型猎物为食的大型动物食量很大，它们自身为了快速捕食上百万的小鱼和甲壳纲动物经历了极大的适应性变化，这在海洋中巨大的滤食动物(如姥鲛和长须鲸)身上更明显地得到体现。

秘密或公开的追逐

许多捕食者用秘密的方式靠近猎物。乌贼和美洲变色蜥蜴从许多方面来看是典型的埋伏捕食者。它们都利用极其复杂和多变的伪装来隐蔽自己。当猎物靠近到一定距离时，它们会向猎物发起攻击。但当发现某一猎物在有效袭击范围之外时，它们会悄悄地靠近猎物，直到处于可以发动袭击的位置。乌贼利用平行的鳍悄无声息地移动，然后飞快地扑向猎物(见57

页)。美洲变色蜥蜴顺着树枝绕道移动，有时甚至失去猎物的踪迹，最后它找到合适的地方，可以射出长舌捕获毫无警惕的猎物(见 88 页)。

狮子和猎豹之类的捕食者一般情况下只是在发起最后攻击之前，才会暴露在猎物面前，它们一般会在相对较短的距离内追上猎物，但是如果它们能够在没有隐蔽的追击范围内潜近猎物，它们成功的机会就会大大增加。它们将身体蹲伏，靠近猎物，以此尽可能地使自己不被发现，在猎物没有察觉的情况下，在植被丛和其他天然掩蔽物下向猎物移动。

在视觉感知受限制或不可能进行视觉感知的情况下，例如，在夜晚、在黑暗或浑浊的水中或在地下，捕食可能是一种有效的策略。当然，其前提条件是捕食者自身具有一种非常适合于这种条件的感知系统。猫头鹰在完全黑暗中确定其猎物位置的能力主要归功于它极其灵敏的听觉(见 96 — 97 页)，而油鹃和很多蝙蝠则借助回声定位捕食，回声定位包括发出超声并在超声的路径上监视从障碍物(包括猎物)反射时出现的回声(见 118 — 119 页)。海豚也使用类似的系统，这种系统可能对江豚尤其重要，这是因为江豚生活在能见度有限的浊水中，并在其中捕食(见 144 页)。有几种鱼对电场很敏感，并且能够借助猎物在这种电场中产生的局部变化发现猎物。响尾蛇科毒蛇在其口鼻部长有一对热敏器官，这种热敏器官使它们能够在完全黑暗的情况下发现温血猎物。响尾蛇科毒蛇能够根据两个器官之间小至 0.2℃ (0.36° F) 的温差“计算出”它与猎物的距离。

合作猎食

合作猎食以某种程度的社会组织为条件，所以只有狼、非洲猎狗、鬣狗、狮子和逆戟鲸等社会性动物才能进行合作猎食。这些动物通过集体参加的猎食方式可在很大程度上提高捕猎成功的可能性，并且能够征服比凭单个捕食者力量所能对付的猎物要大得多的猎物。然而，捕猎者必须在其成员之间分享战利品，所以合作猎食或集体捕猎可能主要取决于可以得到的猎物性质。在小猎物相对丰富的环境中，捕食者自己捕猎更有利，然而如果体大的猎物在数量上占优势，结成一个捕食群体可能是更值得的。

各种社会性动物，包括鼠海豚、逆戟鲸和狼，在把它们的猎物聚集在一起或集合在一起的过程中，常常以一种分散的扇形接近猎物，然后进逼猎物并把它包围起来，或者把猎物逼到一个无法从中逃走的地方。狮和狼之类的捕食者可能会驱赶它们的猎物，采取的方式是，捕猎群体中的一些成员设法使自己到达离猎物较远的一边，然后朝着其同伴埋伏的方向驱赶猎物。

在黑猩猩捕猎疣猴之类的猎物时，可以看到一种极为复杂的捕猎策略。这种捕猎包括相当大的分工。捕猎群体的构成常常发生变化，以便适应捕捉不同猎物的需要，如鬣狗在捕猎牛羚或汤姆森氏瞪羚时，两三个一组，但在捕猎更大的猎物(如斑马)时，鬣狗的捕猎群体可能会由 20 或 20 多个个体组成。

同类相食

令人吃惊的是，同类相食——吃自己的同类成员——在动物界普遍存在。尽管这种现象在无脊椎动物或鱼、蛙和蟾蜍之类的低级脊椎动物中更加普遍，但它也出现在一些鸟类和哺乳动物中。同类相食行为的目标一般是卵和幼年动物，而不是成年动物。例如，在很多昆虫、蛙类和蟾蜍中，相对来说只有很少的个体活到成年，以卵或其他蝌蚪为食可能会对一个新孵出的幼虫或蝌蚪有益，食同类的动物因此得到一顿美餐，而且还消灭了一个潜在的竞争对手(和一个潜在的食同类者)。在银鸥的繁殖群体中，有一小部分专门食同类的个体，它们实际上全部以其邻居的卵和幼鸟为食。同类相食的出现还可能是对种群密度的一种反应，例如在家鼠和某些蝴蝶种类中，随着种群的扩大，同类相食的发生率也会提高。

同类相食行为的原因一般与捕食行为的原因相同——目的只是为了获取食物，但有时一个不太明显的动机可能在起作用。例如，当一头雄狮通过暴力接管一个狮群后，它会杀死并吃掉所有幸存的幼狮。在消灭了前一任狮群的所有者的后代之后，它便与该群的雌狮交配。这种行为背后的目的似乎是营造一种环境，使新的狮群所有者的后代能够有一个最好的生存机会。换句话说，就是在下一代中提高它的基因代表。

参见

- 觅食 162 页
- 防御、伪装和欺骗 166 页
- 寄生与共生 168 页
- 消化 178 页
- 生物圈中的能量关系 194 页

母狮正在追赶雌性汤姆森氏瞪羚。狮子常常在发起公开追击之前潜近猎物，在暴露自己之前越接近猎物，它们成功的几率就越大。

防御、伪装和欺骗

很少有动物没有天敌，除了食物链顶端的动物外，例如逆戟鲸、猛禽、狮、熊和鳄鱼等，所有捕食其他动物的动物本身都是其他动物的猎物(见194—195页)。所以，对于多数动物来说，具备充分的防御能力对它们的生存至关重要。具备防御适应性变化的个体从某种意义上讲优于同一地区的其他个体，比其他个体更容易生存，种群更容易扩大，所以在进化过程中，防御特性逐渐变得更加完善、更加有效。

动物一般都表现出一系列身体行为的适应性变化，所有这些适应性变化共同构成了动物的防御系统。这种系统一般是“分层的”——换句话说，如果一个防御层次失败或被看穿，另一个防线就会启动。

伪 装

尽管危险的或不好吃的动物的警戒色很显眼(见方框)，然而对于很多动物来说，第一道防线就是保持不显眼的状态并且以此避免被发觉，通常情况下，这是通过某种形式的伪装与环境混成一体而实现的。最简单的伪装方式可能是动物与周围的颜色保持一致，但动物也常使用更微妙的技术。在正常的光线中，因为有影子效应，所以身体颜色一样的动物下侧看上去要比其背部更暗，为了弥补这一缺陷，多数有伪装的动物都具有反荫蔽的能力——其背部颜色较深，腹部则较浅。斑马或蝴蝶鱼的干扰色——有明显的条纹——在其自然环境之外很明显，但在开阔的热带大草原或者相对于珊瑚礁的千变万化的背景，这些动物在没有隐蔽情况下明显的轮廓就会不明显了。

另一种逃避被发现的办法是模仿环境中自然存在的、被捕食者认为是植物所具有的不可为捕食者所食用的特征。例如，天蛾毛虫看起来完全像一根外表布满真菌斑点的细树枝，而另一种小蛾当停留在叶子上时，很像一堆鸟粪，竹节虫的形状和颜色酷似叶子和茎(见插图)。

竹节虫通过拟态的方式逃避被捕食。有些竹节虫长得很像多刺的植物，有些像嫩绿的树叶或颜色像植物枯萎时的黄色或褐色。

尽管伪装和拟态的作用很明显，但它们也有局限性。使用这些隐蔽方法的动物当然只能局限在这种蒙蔽有效的场合。一些动物已克服了这种缺陷，获得某种程度的多样性，使它们能够改变颜色，并使自己的颜色与背景颜色协调一致(见方框，67页)。有保护色的动物本身也存在另一个问题：隐蔽的有效性或多或少地取决于它是否静止不动，而这不可避免地与其他必须的活动，例如摄食和繁殖等，相冲突。有保护色的动物倾向于通过把活动期限制在捕食不太集中的时间内，而使这种被发觉的危险减至最小。例如，很多蛾逃避靠视觉指导的捕食者的主要办法是在白天静止地停留在树干上，只在夜幕降临的时候变得活跃。由于性选择(见159页)压力的存在，很多动物在获得配偶的斗争中必须牺牲一定程度的伪装。

逃生方式

对于更多的能快速移动的动物来说，被捕食者发现后的最初反应通常是逃离。从地洞中出来搜寻食物的兔子或其他动物可能会赶快向它们的防身地洞逃去。其他的动物也会快速逃离，把它们的攻击者远远地抛在后面。采用何种逃生方式通常要视攻击者的接近程度而定。

一些蛾在被发现之前能探测到凭回声确定位置的蝙蝠(见118—119页)发出的超声波脉冲，但它们的速度无法和蝙蝠相比；如果蝙蝠在某个距离之外，蛾或许能够凭借直接逃走的方式摆脱危险，但是如果蝙蝠离得很近，它们就会以一种不规则的方式飞走或是合上翅膀，掉到地上。野兔在逃离狐狸和其他捕食者的时候，使用自然逃避方式：即以Z形路线逃跑，逃后循原路返回。当狮子和猎豹之类的追捕者靠得很近准备猛扑时，羚羊也以一种断续的、跳跃的、不规则的方式逃掉。汤姆森瞪羚在逃离之前，允许捕食者到达某个距离之内。显然它们可以调整这个距离的程度与捕食者的能力有关，它们在非洲猎狗接近它们大约一公里之内时逃离，这是因为非洲猎狗有能力进行持久的追捕。而当逃避猎豹的追赶时，却让猎豹靠得很近，因为猎豹在短距离内跑得快，但其耐力有限。

退缩、恐吓和虚张声势

移动速度比较慢或长有盔甲或类似保护措施的动物，一旦被捕食者发现就会保持原地不动，尽可能地把易受伤害的部位退缩回去或藏起来。海龟、蜗牛以及蛤蜊和贻贝之类的双壳类软体动物把它们所有的软体部分都缩回壳内。有防护刺毛的动物，例如刺鱼和豪猪，可能会竖起刺毛并且卷成一个球，以寻求额外的保护。

一些动物通过暴露明亮的闪光色彩部分来吓唬攻击者，这是一种挫敌策略，这种计策可能会使捕食者退缩或使自己得到逃跑所需的极其宝贵的几秒钟。例如，后勋绶夜蛾长着色彩鲜艳的后翅，在它们停留在树干上的时候，后翅通常被起保护色作用的前翅所覆盖，但如果其保护色被识破，这种蛾就会突然露出色彩耀眼的部分，通常会把捕食鸟吓走。天蛾通过突然亮出后翅上的色彩鲜艳的眼点而得到类似的效果。草螽以及更

海参炫耀着可怕的颜色，警告可能的捕食者绕开。

警戒色和拟态

很多动物不是非常味美或安全的膳食，蜜蜂和黄蜂通常有螫刺；水母和海葵之类的腔肠动物也有刺；很多蛙、蟾蜍和蝾螈能够从皮肤里的腺中分泌出毒素；一些蛇长着毒牙。一般情况下，这些动物都会选择明亮的警告色而不是保持不显眼的状态来告知可能的捕食者：它们不是美味佳肴，远离它们对这些动物有利。因而，很多毒蛇和螫人的蜜蜂身体上都点缀着黑色夹杂着红色或黄色的显眼的斑纹，而有毒的海参和毒箭蛙炫耀鲜艳的，甚至是过分花哨颜色的图案以示警戒。

尽管很多捕食者好像本能地回避某些色彩，但多数情况下捕食者必须知道带有特殊的颜色图案的猎物口感不好。这就要求至少必须对猎物的某些个体进行品尝，这个过程一般对“品尝者”来说并不致命，但对猎物样品来说却是致命的。有些捕食者具有通过学习获得技艺(见150页)的能力，警戒色对于一些猎物来说只是一种有用的防御策略。所有的脊椎动物(从鱼类到哺乳动物)都明显地具有这种能力，但在无脊椎动物中，这种技能似乎只局限于枪乌贼和乌贼之类的头足纲动物。显然，使被捕食者的取样保持在最低限度对一些物种有利。捕食者似乎能够学会回避某种类型的色彩，而不是个别物种的色彩，所以对某一特定区域内的各种无毒的物种来说，彼此相互模仿警戒色(这是一种称为米勒氏拟态的现象)是有利的；而对单个物种的品尝可能会使一个捕食者避开所有具有类似颜色的物种。据认为，这种拟态可以解释为什么不同种类的蜜蜂和黄蜂具有类似的“制服”。

警戒色的出现为各种“奇生生物”提供了享用这种颜色带来的利益而不必在产生刺、毒或威慑物方面付出代价(从能量角度讲)的机会。所以一些无毒的蛇选择了珊瑚蛇和其他有毒物种的鲜艳色彩和惹人注目的图案，而无毒的食蚜鲭则模仿蜜蜂和黄蜂黑黄相间的“制服”。米勒氏拟态对有关的动物是互利的，而与米勒氏拟态相应的是贝茨氏拟态，这种拟态只对无毒的模仿者有益。实际上，这可能对有毒的物种具有破坏性，因为它可能干扰或放慢捕食者获取回避反应的学习过程。如果一个动物在早期把黄与黑和美味的食蚜鲭联系起来，那么它会在此后更加确信最好回避有这种颜色组合的动物。然而，如果模仿者的比例超过某个临界水平，并且学习过程被突然打断时，模仿者和被模仿者二者都将受害，所以自然界一定存在着某种协调方式。

大的热带种类也有鲜红的后翅，在它们飞速逃离捕食者的时候，常亮出后翅，而当这种昆虫落地时，这种颜色就会再次消失，这样可以迷惑捕食者，使捕食者相信这种昆虫突然消失了。

当一个动物走投无路时，它可能会试图使用一定形式的恐吓炫耀来恫吓捕食者。一般而言，这是纯粹的虚张声势。例如蟾蜍和牛蛙会咽下空气并使肺和气囊膨胀起来，所以它们看起来比其正常的身体大小要大好几倍。一些无毒的蛇也会增大颈部椎骨，使自己看起来像颈部皮褶能膨胀的眼镜蛇。然而多数情况下，警戒色之类的吓唬警示的真正信号是：如果捕食者不后退的话，它不会有便宜可占。例如响尾蛇角质环的碰撞声就是一种警告，此时捕食者还是小心为好；臭鼬的倒立警示也具有类似的作用，这是喷射一股臭味液体的前奏。

拼死防御

很多捕食者对死去的猎物不感兴趣或者不去攻击它，所以一些动物，包括各种昆虫、蜘蛛、蝾螈、蛇和负鼠等会通过假死状态(见插图)逃避攻击。当其他的防御不奏效时，大多数动物对离得很近的捕食者的反应就是进入一种极度无反应的类似于瘫痪的状态，这种状态称为催眠状态或强直性静止。这种状态可持续几分钟到数小时，它可能是由恐惧引起的，所以可能与假死状态具有同样的防御功能。

如果攻击是无法避免的，动物仍然可以借助某种防止受损害的系统挽救自己。很多蝴蝶在翅的顶端附近长有很小的眼点，这些眼点能够把鸟喙从头部或身体引开。一些动物准备牺牲其身体的某一部分以便保全整体，如许多蜥蜴舍去其尾巴(见89页)，蛇尾纲动物之类的棘皮动物抛弃其腕(见54页)，鸨和其他在地面筑巢的鸟可能会通过振翼飞离它们的蛋或幼鸟并假装一个翅折断来把捕食者的注意力从其蛋或幼鸟处吸引开。

动物对外攻击的最后防御措施一般是使用牙齿、爪子、脚或其他任何可以使用的东西，尽自己最大的努力予以反击。一般情况下这种报复有些徒劳，但不总是完全无用。豪猪不断地向攻击者抖动着自己的刺背，而袋鼠和大型不会飞的鸟，例如鸵鸟和鹤鸵则向进攻者摆出挺直准备迎击的姿态。很多动物使用化学物质作为威慑力量，但只有为数甚少的动物使用这种方法的效果比投弹甲虫好。当受到攻击时，这些投弹甲虫把一般情况下储存在一个单独液囊中的高度活性的化学物质汲取到一个排气室，这些化学物质在这个排气室里经过猛烈的反应形成有刺激性气味的苯酮，然后以每秒钟多达500次的速度突然喷出泄殖孔。

假死状态是有效的防御手段，因为很多捕食者对死亡的猎物不感兴趣。这个猪鼻蛇正处于假死状态，头垂在背上，张着嘴，模仿死亡状态。

联合防御

很多动物的防御警戒来自某种形式的社会性群集。鱼类借助群集减少捕食行为的影响，鸟类可能借助成群围攻(见方框，148页)的方式而成功地赶走攻击者，很多鸟类或哺乳动物(见方框，149页)使用诸如警戒呼叫或抖动尾巴之类的警报信号。在觅食的鼹和草原犬鼠中或在正在吃草的食草动物(例如羚羊)的牧群中，一些个体可能会担当哨兵，严密监视着捕食者的动静，并且在危险来临时发出警报信号。有些动物与其他动物联合获得的益处要远远大于自我保护所能获得的益处。例如，蚜虫从蚂蚁那里得到保护，丑鱼从海葵(见169页)那里得到保护。

参见
- 变色(方框) 67页
- 动物的交流 152页
- 领地、交配和社会组织 156页
- 捕食者与猎物 164页

寄生与共生

自然界中没有绝对独立的有机体，它们都在某种程度上依赖于其他有机体。生态系统中不论是动物、植物、还是微生物，它们都以各种各样的方式与其他有机体相互联系、相互作用。有些联系的本质是偶然的、短期的、非专化的，而另外一些有机体则在同一物种的成员之间建立了非常特殊的联系。除此之外，几乎所有的生物群体都与其他物种建立了紧密的联系，这种联系必然会在它们之间产生一种明确的联系模式，这种模式使得相关的有机体受到损失或获得利益。

上面所谈的这种联系一般都是长期的。通常这种联系包括相关有机体之间的密切的身体接触，这种联系使得有机体彼此具有特殊的适应能力。寄生和共生是这些联系中的两种，它们都需要相关的有机体具有相同的适应程度，但适应程度有时也因它们各自具有的生态特点的不同而不同。

联系的类型

寄生指的是一个物种(也称寄生生物)生活在另一个物种(也称寄主)的体内或身体表面。生活在寄主身体内部的寄生生物叫内寄生物，而生活在寄主身体外部的寄生生物叫外寄生物。通常由于寄生生物的存在，寄主由此受到伤害，伤害可以是多种多样的，而最终结果是寄主无法更好地存活，或寄主繁殖力受到影响。而寄生生物则从这种关系中获得利益，如从寄主身体得到食物等。因此这是一种不平等的关系——寄生生物获益而寄主受损失。

杜鹃在芦苇莺的巢里。杜鹃科的许多物种都存在着巢寄生，即它们将卵产在其他鸟的巢里，而且在一个巢里只寄生一个卵；然后由鸟巢里的鸟抚养小杜鹃。杜鹃具有一种特殊的能力，即为了减少它们的卵被遗弃的可能，它们将自己的卵产在寄主的卵与杜鹃的卵极为相似的寄主的鸟巢里。卵孵出后，雏杜鹃通常马上将寄主的卵或雏鸟驱逐出巢，由此使得身体较大的雏杜鹃可以得到大量充足的食物。

互惠共生是一种公平的关系。在典型的互惠共生关系中，相关的物种称为共生生物，它们相互获益。通常两个物种互惠共生比单独各自生存可以生存得更好，繁殖力更强。

第三种关系称为偏利共生，这种关系中一个物种从另一个物种中得到利益，而另一个物种(寄主)既不得到利益，也不受到损失。例如藤壶将身体附着在鲸鱼或海龟的身上，由此可以固定身体，还可以随着寄主迁移，而鲸鱼和海龟却在这种关系中没有受到任何影响。有些鸟类，如牛白鹭、牛鹂，以体大的食草哺乳动物(如牛)行走时搅起的昆虫为生。这种摄食习惯对这些鸟有利，但又没有给这些食草动物带来任何危害。

寄生生物的种类

所有的有机体都过着寄生的生活。微寄生物，如寄生病毒、细菌、真菌和原生生物通常直接在寄主的体内或体外繁殖。另外一些寄生生物，如软体虫、昆虫、蜱、脊椎动物称为体大寄生生物，它们通常在寄主的身体上繁殖，然后离开寄主，寻找新的寄主，形成新的感染。

寄生生物有很强的适应性，可以适应它们找到的最佳寄主物种，并在它们体内或体外寄居。通常这些适应能力还包括从寄主的体内组织摄取食物的方法以及从一个寄主转移到另一个寄主的能力。而后一特征与复杂的生命循环相联系，即多寄主生命循环。这一循环中，某一寄生生物有多个寄主，不同时期寄生在不同的寄主的体内或体外，而且从一个寄主转移到另一个寄主时，能很快地适应。

人体内的寄生生物

人类认为自己作为一个物种能够控制自己的生态命运，但实际上我们也受害于几乎所有寄生有机体引起的疾病的感染。

微寄生物可以引起许多感染疾病，这些疾病可小到普通的感冒，大到不治之症艾滋病，可以说人类几乎受到所有这些疾病侵害。数百种不同的细菌引起的疾病可以使人类感染许多疾病，如瘟疫、腺鼠疫。人类也可感染真菌引起的皮肤病，如足癣、癣(癣菌病)。此外，人类还受到原生生物引起的疾病的侵害，如疟疾和昏睡病。

疟疾和昏睡病就是典型的由多寄主寄生生物引起的疾病。当受到感染的蚊子(感染疟疾)和舌蝇(感染昏睡病)为了吸血而咬人时，疾病就会感染没有染病的人。这些寄生昆虫的寄主称为第二寄主。当昆虫去咬患病的病人(第一寄主)时，自己本身也感染上了疾病。

寄生在人类的体大寄生生物可以引起多种严重的热带疾病。其中之一是由线虫(见55页)引起的丝虫病，丝虫病可以由蚊子传染。人体内的线虫可以引起感染、发炎，最后导致淋巴管堵塞，病情严重时可以导致橡皮病——患该病的病人可能被毁得面目全非。

一种典型的寄生生命循环

另一种严重的热带病——血吸虫病——就是由一种血吸

虫属的扁状血吸虫引起的疾病。今天世界上有2.5亿人感染血吸虫病，它的生命循环可以说明寄生虫具有多种适应能力。

血吸虫病是由多对寄生生物引起的，每对寄生生物由一个雄性和一个雌性形成永久配合的“对”，它们寄生在人的肠道或膀胱的血管里。雌虫能够产数以千计的棘状卵，有些卵后来就离开了受到感染的血管，到了已感染这种疾病的病人的粪便或尿液里，随着粪便与尿液的排出，这些寄生虫便离开了被感染的人体，但它们的生命循环还在继续。

每个卵都可以繁殖成为幼虫，称为纤毛幼虫，纤毛幼虫在淡水环境中还会继续产卵。在第二个寄主体内时，这种寄生虫的数量以克隆的方式剧增——产生数以千计的幼虫，称为摇尾幼虫，摇尾幼虫在基因上与单个纤毛幼虫一模一样，而摇尾幼虫产在蜗牛的组织内。

然后摇尾幼虫离开蜗牛游到水里，在水里能活48小时，直到48小时后其体内贮存的食物耗尽为止。如果在这段时间内摇尾幼虫与人体接触，那么就会在人的皮肤表面形成新的人体感染。由于这种生命循环的机制，这种病在卫生条件极差的热带发展中国家极为常见。如果人体接触了被污染的稻田或灌渠里的淡水，便会感染上这种疾病。

共　生

许多有机体都组合成对，形成相互受益的共生关系。例如：真菌和藻类细胞建立起一种协同的稳定的代谢关系，这种关系形成了一种新的生命形式：地衣(见34页)。这些植物状的生长物身体依赖于真菌线状体，但靠生长在真菌底部的藻类进行光合作用。

许多动物(包括人)的肠道里都有共生微生物种群——肠道区系，其中一些帮助消化。白蚁和反刍动物(如牛)之所以能够消化富含纤维素的食物，是因为它们的肠道内生长着共生细菌和原生生物(见方框，112页)。而这些微生物只能在没有氧气的白蚁和牛的肠道内才能生存。在白蚁的共生微生物种群里甚至还有固氮细菌，由于这些细菌的存在，它们可以从大气层的气态氮中获得含氮的有机食物。

有花植物的一个科——豆科植物(见32页)也采用同样的代谢方式。豆科植物种类繁多，约有20,000多种，包括大豆、豌豆、金合欢等，这些植物在含氮量极低的土壤中可以生长得很好，原因是它们的根部长满了来自土壤的固氮细菌(节瘤)，这些细菌从植物组织中获得养分，而植物从这些微生物中获得稳定的氮，这是一种典型的相互得益的共生现象的例子。

收获蜜露：许多种类的蚜虫由于与蚂蚁建立起共生关系而受到保护。为了回报蚂蚁的保护，蚜虫为蚂蚁提供食物：当蚂蚁以某种特定的方式轻轻拍打蚜虫的腹部时，蚜虫就会挤出蜜露般的粘性物质，蚂蚁便以这些粘性物质为食。

自然界中到处都存在着共生现象。许多昆虫、蝙蝠、鸟类(如蜂鸟)以花粉(见42页)为纽带与植物建立了共生关系。某些蚂蚁集群将巢建在金合欢上，建立起一种共生关系保护金合欢。海葵与寄居蟹(见67页)和丑鱼也有一种共生关系。寄居蟹和丑鱼对海葵的带刺细胞不敏感，可以生活在它的带刺触须中，不受捕食者的侵害。反过来丑鱼又为海葵提供食物来源，也可驱除各种可能咬断海葵触须的鱼类。许多非洲鸟类，如向蜜鸟可以吸引哺乳动物——通常是蜜獾，有时也是人——到蜜蜂的巢边，当哺乳动物“抢劫”蜂巢时，向蜜鸟也可“趁火打劫”。

有人提出：15亿年前，高级有机体(复杂细胞)就是以简单的细菌类的细胞通过共生途径进化而来的(见6—7页)。如果这个理论正确的话，人类之所以今天存在是因为得益于几百万年以前的一系列共生现象。

参见

- 简单的生命形式　24—27页
- 蠕虫　55页
- 昆虫的相互作用　64页
- 害虫及其防治　230页

清洁共生

一些海洋动物，包括大约50种鱼类和几种虾以充当“清洁工”为生：它们以从其他动物，特别是鱼类的身体上清除寄生生物和食物颗粒的方式获取食物。寄主通常身体较大，常把这些寄生生物视为可能的猎物，因此，为了防止“误解”，寄生生物在“清洁”之前需要一定的礼节。“清洁工”的身体很有特色——常常色彩鲜艳，身体上布满宽大的条纹。“清洁工”要等在一个特定的需要清洁的位置上，做一番独特的炫耀，然后寄主才暗示准备合作，通常张开嘴巴。之后“清洁工”游进寄主张开的嘴里开始工作。这种关系显然对双方都有利。但有时其他“非清洁工”冒用这种方式使自己不至于被大鱼吃掉，或者有时抓住机会在很近的范围内猛扑上去攻击毫无猜疑心的寄主。

一条隆头鱼正在清洁一条鹦嘴鱼。

迁 徙

所有的动物在生命期内都要经常从一个地方迁移到另一个地方。体小的动物，如蚯蚓，它的活动范围整个一生中只局限在几立方米的土壤里。其他的动物要做更长距离的迁移，有时可长达几百甚至几千公里。有些动物的迁移没有规律，如大群蝗虫的迁移距离因地区条件不同而不同(见172—173页)。然而有些动物从一个栖息地到另一个栖息地的迁移有规律，可以预测，而且重复往返，这样的迁移叫迁徙。迁徙呈循环模式，通常由季节变化或其他特定时间内出现的因素而引起。

迁徙的原因很多：有些动物迁徙是为了躲避寒冬或酷暑，有些是为了找到合适的繁殖地，寻找足够的食物来源或逃避捕食者等也都是重要的迁徙原因。不论迁徙的原因如何，任何迁徙都需要相关的动物个体历经数天的积极参与。体小的迁徙动物，如浮游生物和蚜虫，利用水流或风流迁徙，而鸟类利用信风和上升热气流迁徙。

有些迁徙动物，如鸟类年复一年地在固定的时间内在夏季繁殖地和过冬地之间迁飞，而鲑鱼和鳗鱼一次洄游的时间需要几年。多数动物在两个栖息地之间做往返迁徙，最终回到迁徙前的栖息地，但也有些动物并不回到原来的栖息地。

无脊椎动物的迁徙

许多动物的迁徙(如鸟的迁飞)极为壮观，一般往返时间为一年。其他动物，特别是无脊椎动物，它们的迁徙很有规律，但周期短。例如浮游生物晚间到达水面觅食，而白天则潜到较深较凉的水下，有时可深达1200米(4000英尺)。在深水下它们可以贮存能量，因为低温时，它们体内的代谢速度会下降，在白天也可以躲避觅食鱼类的追捕，同时在不同水流间移动，它们可以找到新的食物来源。

体小的甲壳纲动物，如沙蚤，生活在高潮线以上的潮湿沙子中，以离海岸线较远处的腐烂的海藻为生。在潮湿的夜晚，它们会深入陆地很远处(可远达几米)觅食，在天亮前回到沙滩的栖息处。地蟹有时可以爬行240公里(150英里)到海水里孵卵。

迁徙昆虫中，人类最熟悉的要数蝴蝶，其中包括欧洲生长的小红麻翅蛱蝶，红纹丽蛱蝶和一种长着浅桔红色翅膀的体大的新大陆蝴蝶——黑脉金斑蝶。冬季时，黑脉金斑蝶栖息在墨西哥和美国南部各州的树干上。春天时它们开始慢慢地朝北迁徙，在北美的马利筋上繁殖。这样的迁徙要维持几周，历经几代。有些个体可北达加拿大，每年都有少数的黑脉金斑蝶飞离迁徙路线，被风刮到欧洲。秋季返回原栖息地的是最新的一代，而且迁徙的速度很快，平均一天可达100公里(62英里)。

鱼类的洄游以及两栖动物、爬行动物的迁徙

鱼类，如鲑鱼、欧鳊和鲽鱼，每年的洄游都是有规律的。在北海，每个种群都随季节进行逆时针迁徙，在某一地区觅食而又到另一个地区繁殖。鱼类的洄游规律对渔民非常重要，他们可以根据鱼群的洄游规律安排出海捕捞计划。

鲑鱼的洄游不那样频繁。成鱼大部分时间生活在咸水里，但必须游回淡水繁殖。一般它们游回到它们出生的水域中。它们可以根据某一淡水水域所具有的独特气味来辨认出是否是它们渡过仔鱼期的水域。许多成鱼产卵后便死去，也有一些大西洋鲑鱼回到海里，一段时间后，还可以再洄游到淡水里产卵。

北美和欧洲的成鳗生活在河流里，但回到马尾藻海(位于大西洋百慕大东南的一片温水水域)产卵。仔鳗鱼(称为叶鳗)在海洋里生活30个月，然后变成鳗鱼(也称幼鳗)。幼鳗大量洄游到河流，有时为了能够到达陆地上的聚食场，它们可以在陆地上蠕动一段距离。它们在河流里可生活19年，然后回到马尾藻海繁殖，此后死去。

水螈、蟾蜍、青蛙、蝾螈每年都会有规律地在它们的冬眠地和繁殖地(水塘或河流)间几公里的范围内迁徙。像鲑鱼一样，这些两栖动物也喜欢回到自己的出生地繁殖。一些爬行动物(如海龟)迁徙的路线较长，有时为了到达它们可以产卵的地方要进行数千公里的迁徙(见插图)。

鸟类的迁飞

世界上最非凡的迁徙动物可能就要算鸟类了。北极燕鸥可以算是世界上最出色的迁飞鸟类，每年都要从地球的一端迁飞到另一端，然后返回(见插图)。而漂泊信天翁在南部海域往返迁飞，有时在到达海岛上的筑巢地之前可以一连两年不着陆。剪水鸥在大西洋南部繁殖，然后随着盛行风按顺时针方向返回原栖息地，首先到达纽芬兰岛，然后到达格陵兰岛，最后在秋天又回到大西洋南部。

夏天光顾欧洲的鸟类，如燕子、刺嘴莺和白鹳为了躲避北部冬天的严寒，在秋天离开繁殖地(栖息地)飞往欧洲中部或非洲南部。它们之中的一些不是直接往南飞，而是绕过直布罗陀海峡或从地中海的东岸往南飞(见有斑纹和后颈的蓝翅鹊的飞行路线图，11页)。

绿甲海龟的迁徙路线很长，这足以证明它的非凡的“导航”能力。绿甲海龟在巴西沿岸生活并繁殖。迁徙时这一种群可以游2000公里。它们在大西洋上的一个仅几公里宽的小岛(阿森松岛)的高潮线以上产卵。卵孵出后，幼海龟要艰难地爬过海滩游到大海，经过一年时间，游到成龟的聚食场。

蓝牛羚在塞伦盖蒂平原上跋涉。每年年末湿季到来时，大群的牛羚常与斑马和其他迁徙动物混合在一起，迁往南部位于西非的开阔的平原寻找水源和鲜草。它们具有感觉雨来临的能力，有时也可感知远至100公里(62英里)以外的雨的来临。春天湿季过后，便回到北部和西部的夏季聚食场。

参见
· 种群动态　172页
· 生物的节律　174页
· 动物的移动方式　176页

许多候鸟在迁飞过程中显示出非凡的速度和耐力，如体小的红玉喉北蜂鸟能飞行1000公里(620英里)，越过墨西哥湾。整个迁飞过程中根本不作任何停留或休息，有些可以在20小时内完成1000公里的路程。有一种鹬可以在19天内完成从马萨诸塞州到巴拿马运河的迁飞，其平均速度为每天164公里(125英里)。

哺乳动物的迁徙

体大的食草动物，如驯鹿、牛羚和斑马是极为出色的迁徙动物。干季时，在东非的平原上，大群的牛羚、斑马、羚羊和大象聚集在水塘边。湿季时，大的聚集群体分散成小的聚集群体。驯鹿可以在秋季从北极苔原地带迁徙到南部的针叶林中过冬。这样它们既能够躲避冬季的严寒，又可以减少被狼群捕食的危险。

其他的迁徙哺乳动物包括蝙蝠、鲸和海豹。海豹每年都要回到同一海滩繁殖。生活在太平洋东部的灰鲸在白令海峡捕食，到南部的加利福尼亚海滨繁殖，那里温暖的气候适宜幼鲸生长，但食物却不丰富。

迁徙的时间

迁徙常与有规律的自然现象，如季节和月相有关。迁徙之前，候鸟要增加体重并且显得焦躁不安，有时即使在笼子里也能表现出试图飞行的倾向。这些变化可能由垂体和松果体所致，垂体可以影响动物的体重和繁殖，而松果体被认为可以测量日夜长度并控制动物每年的生育节奏(见174页)。

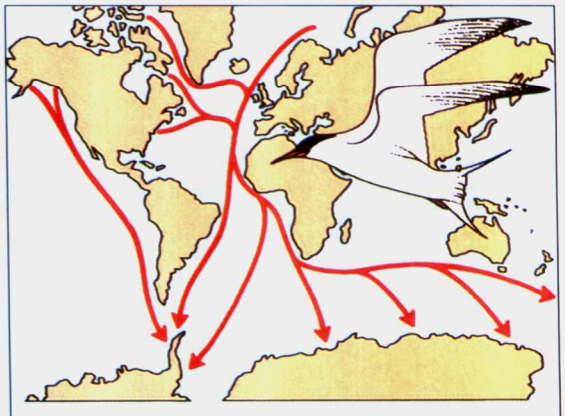
动物准确地掌握迁徙时间受到许多因素的制约与影响，如气温高低、日照长短以及食物的来源多少等。有些动物好像体内有计时器一样(这可能与松果体有关)，它可以促使动物在某一时间开始迁徙。欧洲的刺嘴莺体内就仿佛有这样一个时钟，决定它们开始迁徙、改变路线及停止飞行的时间。

定向和航向

动物迁徙时是怎样辨认方向的至今还是个谜。迁徙动物栖息地附近的熟悉地标无疑是一个定向要素。此外海岸线、山脉等地理特征也是重要的定向要素。候鸟可以根据超声波(如瀑布、海涛和吹过树林、山脉的风发出的低频声音)定向。气味也是一个重要的定向要素。鲑鱼可以根据气味辨别出它们出生的河流(见上文)，哺乳动物可随气味追踪猎物。

许多动物，如昆虫、鱼类和鸟类，用太阳作为它们的定向指南针，因此迁徙时它们可以保持正确方向。有些动物除了用太阳做指南针外还借助其体内的生物钟作为补充来定向。把候鸟放在天文馆进行实验，实验表明：它们也可用星星作为定向的依据。除此之外，候鸟体内的磁性物质决定了它们也可以用地球磁场作为定向依据。

许多迁徙仅凭定向就可以完成，但许多候鸟也表现出具有一种辨别航向的本能，即一种即使被迫离开航线也能到达最终目的地的能力。这意味着动物知道它们的“家园”的准确而不是大致的方向。它们体内一定有某种类似于地图的东西，但其本质还不为人所知。这可能与地球的磁场有关，栖息地附近的熟悉地标以及气味、声音等也是重要的定向指针。



北极燕鸥可能是地球上每年可以受到阳光照射时间最长的动物。每年秋天，北极燕鸥离开美洲、欧亚的北部海岸，开始极不寻常的旅行。它的飞行距离为16,000多公里(10,000英里)，最终到达位于大西洋和太平洋最南端的冬季聚食场。在南部做短暂停留并繁育后代。春天时，这些不知疲倦的候鸟又启程向北极迁飞。

种群动态

没有任何动物能够过着绝对与其他动物隔绝的生活。它们与其他物种或同一物种的动物共同分享着环境，因此总会有为了争夺食物来源和生存空间而引起的竞争。当某一地区的食物来源或生存空间缺乏或是生存条件变得不如其他地区具有吸引力时，许多动物就会从一个地区迁移到条件更理想的地区。

食物来源及生存空间不稳定带来的压力与其他因素合并起来就意味着动物种群——栖息在同一地区的某一物种个体的集合(见194页)——不再呈现固定不变的模式。种群的密度——某一地区的个体的数量——因此也会随时间的变化而不断地变化。

食物来源一般每年随着季节交替而呈规律性的变化。许多动物也就以迁移的方式来适应这一变化，即迁移到具有最佳生存条件的地区(见170页)。除此以外，还有其他因素刺激动物离开某一地区，这些因素包括无法预知或预测的环境变化以及动物种群变化等。

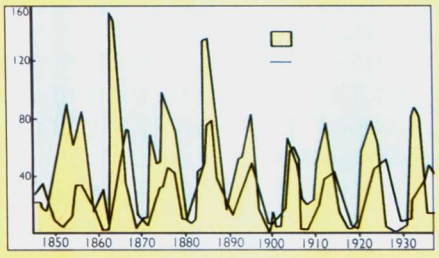
如果某一地区的某一种群密度太大，或出现无法预测的食物来源的缺乏，有些动物就会被迫迁徙以便找到更好的生存地。有时为了适应动物生活区内发生的无法预测的变化，一些种群也会扩大自己的生活区(而不做长途的迁移)。

控制种群的因素

所有物种都有繁殖力，在没有控制的条件下，这种能力可以导致种群密度急剧增大。这种发展呈指数发展，有些国家已出现了人口数量的剧增。但在植物与动物共存的条件下，某一种群的无限增加是不可能的。当某一物种移生于某一栖息地时，它的种群数量就会扩大。这一模式呈指数发展，但当种群扩大时，它就会对环境造成负面影响。主要原因是食物来源变得缺乏，生存空间变得拥挤。食物来源和生存空间质量和数量的下降就会影响种群的发展速度，其结果是由于饥饿或对疾病的敏感使得后代的数量减少，死亡率上升或是种群移生于另一栖息地。

生物力量在控制种群密度方面也起着重要的作用。捕食者通过捕食种群中的一些个体从而减少了该种群的数量。这种现象在无脊椎动物中表现得最为明显。无脊椎动物中存在着捕食者与猎物的关系(如瓢虫以捕食蚜虫为生)，这种关系中捕食者可以以捕食猎物中的个体为生，因此捕食者在控制种群密度方面起着重要的作用。在许多脊椎动物的捕食者与猎物的关系

猞猁与雪兔的种群变化



自然界中有许多例子可证明种群密度呈规律性变化。为了更好地理解这一现象，科学家已做了许多实验。在这些实验中，科学家创造了人为周期和数学模式来研究种群周期循环模式。

其中一个最著名的研究是以北美猞猁和雪兔为例进行的。雪兔是北美主要的食草动物，是捕食者猞猁的猎物。加拿大的哈德逊湾公司以几十年间猞猁和雪兔皮毛贸易为基础对两个种群的变化做了统计。这些记录清楚地显示，这两个物种种群变化的模式以10年为一个周期，而猞猁种群数量的升降一般比雪兔种群数量的升降晚1年或2年。

多年来人们一直认为猞猁的捕食行为是这两个种群数量变化的原因，但最近人们把注意的焦点转到雪兔和它的食物来源上。随着雪兔种群数量的增加，食物—特别是高质量的食物—就会变少。此外如果牧草被过量的啃食，那么新长出来的草含的毒素就多，这一事实又加剧了食物变少这一现象，由于草中含有毒素，雪兔就会远离它们。草料质量下降这一事实还使许多雪兔身体变得体弱多病，这样就更容易被猞猁捕食。因此食草动物(如雪兔)和食物的相互关系构成了促使种群数量呈循环周期变化的因素，而猞猁并没有对这一循环周期构成影响，只是随雪兔的种群数量变化而变化。

当雪兔的数量处于循环周期的下降阶段时，猞猁必须找到替代雪兔的猎物，因此便转向捕食松鸡。所以影响雪兔种群数量和其食物变化的10年循环周期也使生活在同一地区的其他物种呈现相同的循环周期。

挪威旅鼠

据说挪威旅鼠具有自杀本能，这已成为自然界的一个永恒的神话。挪威旅鼠自杀是事实但其行为模式极为独特，这也是为什么会有如此神奇传说的原因，但挪威旅鼠的自杀行为，有助于理解种群循环动态。

旅鼠为体小的啮齿动物，身长约13厘米(5英寸)，包括一条短尾巴。它们生活在苔原的纳维亚半岛的草原和苔原地带，以草本植物、灌木和苔藓为生。它们的繁殖力极强，每个旅鼠每年可繁育8胎，每胎可有5个或更多的幼鼠，而幼鼠在5周内就可以繁育下一代。当食物来源充足时，其种群数量会急剧上升，引起种群数量爆炸。如果食物来源不充足，就会导致食物需求的巨大压力。

这种种群数量的爆炸，通常大约4年为一个循环周期，这也是旅鼠大批迁徙的原因。由于急于寻找新的食物来源，数以千计的旅鼠就会成群地迁徙去寻找新的草场，它们甚至会试图游过河流。据报导，有时旅鼠会成群长驱穿过繁华的城镇，还有报导说旅鼠有时成群地从悬崖上掉下摔死，或是闯入每里奄死——这就是人们传说中旅鼠的集体自杀。

中(如狮子与牛羚的关系中)捕食者只能捕捉到年幼、年老或患病的牛羚，却捕捉不到身体健壮的牛羚。在这种关系中，如果年老的和患病的牛羚不被捕食掉，也会很快地死去，对被捕杀的年幼的牛羚来说，由于多数情况下会出现食物来源和生存空间的缺乏，这样就难以保障牛羚的生存。因此即使它们不被狮子吃掉，也会被饿死。因此总的来说，捕食者与猎物的这种关系对控制脊椎动物的种群数量方面不会产生什么巨大的影响。

然而被猎物的种群密度确实影响捕食者的种群密度。对于捕食者来说，猎物是可以利用的资源。如果捕食者的种群数量上升，它对于猎物的种群数量的要求也会相应上升。这最终会导致猎物数量的下降，随着猎物数量的下降最终也会导致捕食者数量的下降。所有这些影响都会使捕食者和猎物在种群数量上相互制约。理解这一现象的最好例子是北美猞猁和雪兔的种群变化(见方框)。

疾病和寄生生物也会影响种群密度。有时可以直接引起死亡，但通常使寄主变得体弱多病，繁殖力下降。与捕食者—猎物的关系一样，这种寄生关系通常有一个自然平衡，因为寄主数量的减少也会减少寄生生物的寄主来源。

气候变化是一个长期影响种群动态的因素(见10页)，短期的气候变化也会给种群动态带来影响。例如对冷血动物来说，只有气温到达它们所需的温度时，它们才能保持正常的代谢、正常的摄食习惯和繁殖力，异常寒冷的冬天也会给温血动物带来极大的危害。此外，干旱、洪水、大风也会使大量的昆虫离开它们栖息的乔木或灌木。因此种群密度受到食物来源充足与否、生物因素、气候和天气等多方面复杂因素的相互影响，而所有这些因素都会因时而变。

变化模式

各种因素的影响也会因时而变，以至于有些地区的种群密度处于永恒的变化之中。有时这些种群循环周期很容易理解，如种群模式随季节而变化，但有时这种循环并不以一年为一个周期，而需要更长的时间，这其中的原因还不清楚。如在加拿大，雪兔、猞猁、松鸡、狐狸，它们之间的种群密度相互依赖，以10年为一个循环周期(见方框)。在欧洲，狐狸和一些体小的哺乳动物的种群变化循环周期为4年。一些昆虫也有它们各自的种群变化循环周期。

其他物种的种群变化周期却没有规律(呈不规则变化)，有时某个物种的种群密度长时间内很低，在长时间的低密度期间，也会出现种群数量的急剧增加。非洲蝗虫的种群变化模式就不规则，两次种群数量增加之间相隔很长的时间。这种情况下就需要多种气候条件结合在一起才能促使分散的蝗虫聚集在一个条件适宜的地方产卵。地区性的种群密度增加就会使蝗虫产生一系列的变化，从而使它们聚集成群体。随着群体的增大，就会给农作物带来极大的危害。

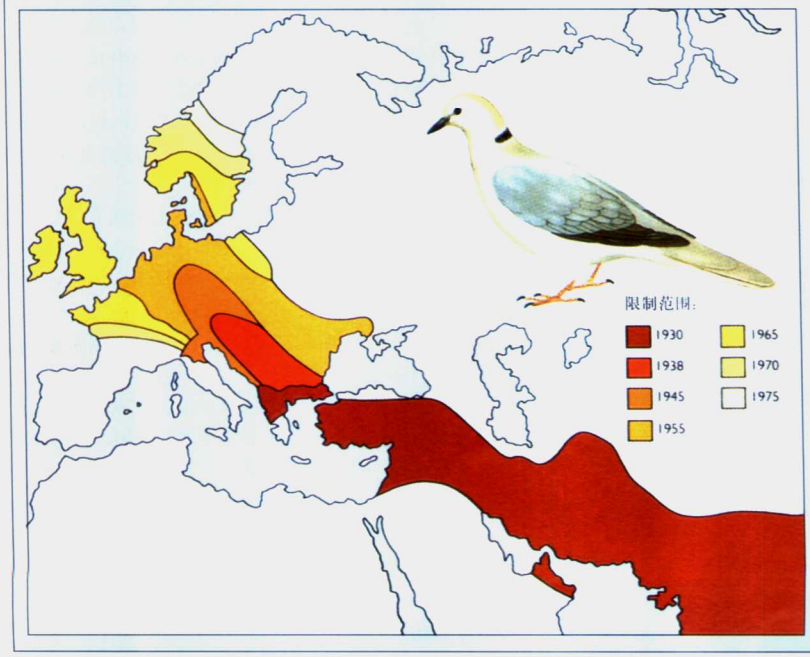
当一个物种由于聚集区扩大可容纳下增加的种群时，就会出现另一种种群发展模式。种群聚集区的扩大可从灰斑鸠中看出，灰斑鸠在过去的50—60年间聚集在欧洲，其聚集区在不断地向北扩展。

剧增与暴跌动态

有些物种，特别是害虫，其种群的扩大和减小与多数动物的模式相同。它们不像其他物种可以长期聚集在某地，并适应当地的资源水平和捕食压力。它们会经历我们称之为剧增与暴跌的种群变化模式。当一物种发现适合自己生长条件的栖息地时，如幼苗状态的农作物，其种群数量就会剧增，引起种群密度直线上升。种群的快速发展，使得捕食者也难以招架，很快种群数量就会超过某地所能提供的食物来源极限。随之是种群数量的暴跌。这一物种的幸存者通过利用丰富但短期的资源迅速生长，以便有更多的个体达到成年阶段。然后它们分散开来，去寻找其他合适的栖息地，进行下一轮的循环。

参见

- 星球外貌的变化 8页
- 气候因素 10页
- 领地、交配和社会组织156页
- 迁徙 170页
- 生物圈中的能量关系 194页



—灰斑鸠的活动范围扩大—

灰斑鸠是当今欧洲常见的一种鸟类，其活动范围遍及中欧、北欧、不列颠岛和斯堪的纳维亚半岛。在人口密集的地区(如伦敦和巴黎)，这种鸟极为常见，且已为患。然而这一物种的广泛分布现象是最近才发生的。

灰斑鸠与鸽子有亲缘关系，它主要以种籽和谷物为食，也吃浆果、水果和人类的剩余食物。1930年以前，这一物种的分布区主要是亚洲，有时也深入欧洲，但不会超越巴尔干半岛。然而在过去的60年间，其生活范围扩大了许多，以每年数十公里的速度不断地向西北方向蔓延。

灰斑鸠分布区的扩大快速，近似“无情”，其原因还不清楚。很有可能在其原来生活范围的边缘有一个潜在的小生境，但这还不能解释为什么其范围会如此快速地扩大，也无法解释为什么只是朝一个方向蔓延。北部不断地变暖可能是另一个原因，也有可能是这一种群以前生活范围在西部边缘的某一种群发生了遗传变异，这也刺激了灰斑鸠的“无情的征服”。

生物的节律

动物生活在不断变化的环境里。有时这些变化不可预测，但有些重要的变化是可以预测的。如地球围绕地轴每日的自转，月球围绕地球以一个月为一个周期的转动，以及地球围绕太阳以一年为一个周期的公转，所有这些都给自然环境带来了有规律的变化。最明显的变化就是每天的日出日落和气候的四季交替。

多数动物的生活史——包括行为模式、繁殖和捕食习惯——都要适应这些自然界有规律的变化。这些生物行为的节律在动物界(从最简单的有机体到人类)普遍存在。

日节律

几乎所有的有机体(包括动物和植物)的生理和生化行为都表现出以24小时为一个周期的有规律的变化节律。有些动物夜间活动，有些则在白天活动。行为模式常与摄食和其他行为有关，这反过来又影响动物的新陈代谢、生长及内分泌。人类对自身已进行了许多深入的研究，这些研究清楚地表明，人体内的每个系统都具有日节律变化：如心率、呼吸率、智力活动、体温、激素的分泌、肾功能、尿的分泌及细胞的分裂等。即使单细胞有机体的行为和生理活动也呈日节律变化。日节律发生在环境条件稳定的情况下，但有趣的是，如果把动物的细胞和组织放在试管中培养时，日节律变化照常进行。这种对外部环境的暗示不存在的条件下，日节律变化照常进行的节律也叫昼夜节律。这种节律极为稳定，与身体功能有关的这种节律可以在没有环境暗示的条件下持续数天、数月、甚至数年。这种内在的节律给动物提供了一个生物钟，这一生物钟可以使它们预知环境会发生的昼夜变化。

北美的招潮蟹在低潮时出来觅食，身体颜色也产生变化。这种节律不只是在潮涨潮落时出现。在条件受到控制的实验室里，招潮蟹的行为周期循环也是12小时左右。很明显这表明其体内内在的生物节律在起作用。

睡 眠

尽管人一生中三分之一的时间用于睡眠，但人类对睡眠的确切功能却还不清楚。除人类之外，哺乳动物也需要睡眠——尽管睡眠时间与人类不同。树懒、犰狳和负鼠80%的时间都处于睡眠状态。体小、活跃的动物几乎从不睡眠。而海豚每次睡眠时只有一半大脑处于休息状态。

多数人睡眠或清醒的时间都有规律，这在一定程度上反映了人类可以对环境作出反应，也说明了人体内有一个内在的节律控制睡眠及清醒的时间。在稳定的条件下，即使没有钟表，人类也表现出一个有规律的睡眠——清醒的，以大约25小时为一个周期的日节律，如体温、尿流、大脑活动在某一时间(应该睡眠的时间)就会下降。激素分泌也有变化，如生长激素的分泌在夜间就会增多，而在白天就会减少。

当人的生理节律与正常的行为模式和外部环境变化周期不一致时，即生物钟被打乱时，人的智力和生理行为就会受到损害。时区综合征就是一个很好的例证。人乘飞机时，突然从一个时区飞到另一个时区就会出现时区综合征。同样，倒班工作也会产生正常睡眠和活动时间的变化。有时，发生这种情况时，需要几天才能使体温和代谢得到调整以适应新的生活模式。

动物怎样保持日节律呢？动物、组织或单细胞怎样知道时间变化呢？对于这些人类还没有清楚的答案。动物的生化、生理变化和行为节律与昼夜环境变化同步发生，这需要生理共济。生理共济指的是动物可觉察并与可预知的昼夜变化或温度变化相适应而产生身体机能变化的能力。许多动物具有的日节律可能取决于动物的这一能力。外部的暗示使得内部节律可以准确地与外部环境同步发生。生理共济取决于神经调节和激素循环。在脊椎动物中，松果体夜间分泌褪黑激素，据认为褪黑激素在协调日节律方面起着重要的作用(见182—183页)。

年节律与四季节律

四季气候变化给动物带来很大的影响。温度、雨量、湿度和可获得的食物及筑巢材料都会变化，动物是怎样适应这些季节条件变化的呢？

季节影响的程度取决于动物所处的地理位置。温带和寒带的四季气候变化非常明显，因此气候不适应时，动物就会迁徙到条件优越的地方，而热带的气候不像温带和寒带那样有冷热的极端变化(见170页)。不随季节迁徙的动物适应恶劣环境的能力就强。如在哺乳动物中，它们会长出很厚的隔热皮毛层，或在体内积累大量的脂肪，而到了春天这些皮毛就会脱落，脂肪也会被耗尽。有时动物的身体会随季节出现颜色变化：如雷鸟的羽毛(夏季呈褐色或黑色，冬季呈白色)，一些哺乳动物(包括北极兔和北极狐)的皮毛在冬季就会变为白色，白色可以在雪地的背景下起保护色的作用。

除了适应季节变化的需要外，动物的繁殖期要选在合适的气候条件下，以便使其幼仔可以在最好的成长条件下长到成年。温带地区的繁殖期通常仅在春季和夏季。如：羊在秋天交配，这样小羊在春天出生时，就可以有充足的牧草供它生长。鸟类常在春天筑巢繁殖。在非繁殖期内动物的卵巢和睾丸的功能就会下降(见185页)。

动物有预知即将来临的季节变化的能力，以便为有利或不利的条件做好准备，这种能力非常重要。它们怎样知道繁殖、迁徙、休眠的时间呢？怎样知道何时该从休眠状态中醒来呢？现在已有证据表明，动物用可预知的四季内日光的不同变化作为暗示来对四季变化作出反应。如夏至之后，白天变短，这会刺激羊的生殖能力，也会为仓鼠的冬眠提供暗示。与此相应，春天很长的白昼会刺激鸟类筑巢、产卵。通常白昼长短对一些动物来说有一个临界长度，这一长度促使动物的活动产生

月光下海岸上的爱……春天涨潮时，正赶上满月和新月，数以百万的银汉鱼就会被潮水冲到美国西南海岸，它们在那里产卵，然后受精卵被埋在沙子里，直到两周后下一次春潮时才能孵出。

变化。如当日昼时间超过 12 小时，鹌鹑就会进入繁殖期。而一些冷血动物，如爬行动物和两栖动物，外部环境气温的变化又提供了另一个暗示，说明季节已经有了变化。

日昼的长短又是怎样在动物身上产生这些反应呢？可以觉察日光长短变化的动物用它们内在的日节律来测量日昼持续的时间长短，一旦日昼时间达到临界长度时，就会刺激或抑制激素的分泌，这样就会在动物体内产生变化(见 183 页)，在脊椎动物中松果体和垂体参与这些变化。

月节律和潮汐节律

尽管恐怖小说家使我们相信月相会给地球上的动物带来影响，人类的月经周期大约为 28 天，但每个周期的长短不一，这与月亮周期没有关系，可能只是一种巧合。月亮的周期变化为 29.5 天。

但月相变化确实会影响海洋动物，特别是生活在海岸线边缘的动物。潮汐的日节律或月节律变化受到地球转动和月亮变化周期的影响。生活在海岸线边缘能受到潮汐变化影响的动物，其生物节律不仅要适应潮汐一天两次的以 12 小时为一个周期的变化，还要适应一个月内潮汐的高潮和低潮的变化。许多动物的行动和摄食行为受到12.4 小时内的潮涨潮落的影响。例如：当潮落时帽贝就紧紧附着在岩石上，当涨潮时就会非常活跃地在岩石上觅食。生活在北美的招潮蟹的出没非常有规律，低潮时，它们就会从洞穴里出来，而且这种生物节律在没有环境暗示时也会存在(见插图)。

有些海洋动物的繁殖期与月相有着密切的联系。例如银汉鱼(见插图)和矶沙蚕的“月相产卵”是一个极其引人注目的现象。在萨摩亚的水域中，矶沙蚕在 10 月和 11 月下弦月的第一天产卵。就在那天的拂晓，矶沙蚕从它们生活的海底成群地游向海面，在海面上产卵。矶沙蚕的繁殖期能如此准确地与月相变化相吻合，原因是矶沙蚕体内激素的分泌受到月相变化的影响。在一定的月相内，矶沙蚕体内成熟的卵子与精子会受到刺激，此后月亮的某一特定的亮度就会吸引它们成群地游到海面。如果渔民们可以预知它们的出现，在海面上等候，便可大获丰收。

休眠和冬眠

当外部环境变得太热、太冷或太干燥时，有些动物就会作出反应，在体内积聚大量的能量，之后找一个可以避身的环境，停止活动直到有利条件重新出现。这种现象在陆栖或半陆栖的体小动物(如昆虫、爬行动物、两栖动物)中非常常见。海洋和其他水域的环境不会有太大的变化，因此海洋动物中休眠现象很少见。对不同种群的动物来说，休眠有不同的称谓，如冬眠、夏蛰、休眠或滞育。滞育指昆虫、甲壳纲动物的自发性停止生长和发育的阶段。尽管称谓不同，它们的主要特点是：在此期间，动物的新陈代谢速度下降，抵御酷暑和寒冷的机能提高，生长和发育进程变慢。动物新陈代谢的降低，意味着它们可以在很长时间内依靠储备的能量生存下来。

有些温血动物如榛睡鼠和蝙蝠，通过冬眠的方式度过严寒的冬天。此间它们的心率和呼吸都大幅度地减慢，新陈代谢降低，体温下降，但它们的体温可以调节，保持在 2—3 C(大约 36° F)。豪猪在冬眠时可以在长达 1 小时的时间内不呼吸，只在不呼吸的两段时间的间隔有几分钟的呼吸时间。棕熊和黑熊在冬天也冬眠，但其身体的新陈代谢和呼吸机能不像体小的哺乳动物那样经历极端的变化。滞育是许多昆虫生命周期的一个常见的特征，常常发生在幼虫期。

夏蛰是对夏季干燥条件的一种反应。蚯蚓在土壤下面掏出一个空室，然后在四周涂上粘液(蚯蚓就在这里夏蛰)。非洲的肺鱼可以在泥里挖掘洞穴，当它们栖息的河流干涸后，便可以在它们的洞穴里生活几个月，直至雨季到来。

参见

· 迁徙	170 页
· 种群动态	172 页
· 神经系统	182 页
· 性与繁殖	184 页

为雨季储备能量。对一些生活在天气变化无常条件下的动物来说，进入繁殖期和从冬眠中醒来的信号可能来自突然的天气变化。生活在澳大利亚干旱地区的斑胸草雀只在暴雨过后才繁殖，因为那时雏鸟可以觅食雨后草地上的新鲜松软的种籽。

动物的移动方式

动物最重要的特征之一是它们有移动能力，这也是动物与植物的最明显的区别。动物可以利用肌肉、骨骼和纤细的毛状凸出物主动地移动。有些动物在地面爬行，有些在水里游行，有些在空气中飞行或滑行，还有的在地下、木头里甚至肌肉里挖洞爬行。

有些动物被动地由风流或水流携带着移动，这些动物常长有纤细的毛状凸出物。有些动物移动时，先将身体变为扁平形，这样就扩大了身体接触面的面积，如水母在水中可以通过抖动伞膜的方式向前移动，但也可被动地在水面上由其他动物推着向前移动很长的距离。一些幼小的蜘蛛是这样移动的，蜘蛛爬上树枝顶部，分泌出一条细丝线，风吹动丝线摇摆，蜘蛛借助于摇摆的丝线就可以从一个地方移动到另一个地方。

体小动物的移动方式

单细胞有机体(见26页)，如变形虫以飘行的方式移动。移动时变形虫的胶状外层就会变成液体状态，以此带动虫体向前飘行，然后又变成胶状物。一些原生生物长有一个鞭状结构，称为鞭毛。鞭毛上下起伏，带动身体移动。有些原生生物长有数以百计的细毛状的一排排的凸出物，称为纤毛，纤毛相互拍打，便搅动起身体周围的水(有机体就会随之移动)。体小的扁虫是这样移动的：扁虫的纤毛外层由很薄的一层粘液覆盖，纤毛相互拍打时，扁虫也因此得以飘行。

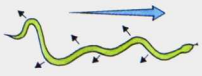
肌肉和骨骼

当肌肉在坚固的骨骼上收缩时，就会带动身体与之相连的部位运动，动物就是以这种方式移动的。由于肌肉只能收缩，不能伸长，肌肉成对排列，即由主动肌和拮抗肌构成一对，当主动机收缩时就会带动拮抗肌放松(见插图)。

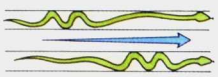
脊椎动物中，骨骼位于肌肉内，由软骨和硬骨组成。无脊椎动物(如昆虫、甲壳纲动物)有坚硬的外骨骼(见58页)，而其他动物(如蠕虫、腔肠动物和软体动物)体内长有流体静压骨骼。

翼龙是会飞行的爬行动物，出现在侏罗纪时期(始于2.05亿年前)，在白垩纪(大约6500万年前)后期灭绝前一直是空中的主要飞行动物。翼龙与鸟的大小相近，也有一些身体长得很大。翼展可达11米(36英尺)。翼龙的翼与鸟类和蝙蝠的翅膀不一样，翼龙的飞行膜沿前缘由一个前肢和一个很长的指支撑。根据它们的解剖结构，生物学家认为翼龙是较慢的飞行动物，它们主要是滑行，而且与现代的鸟类和蝙蝠相比，翼龙控制飞行的能力很差。

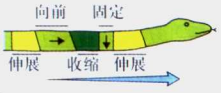
蛇的移动



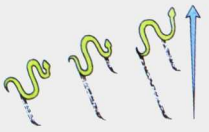
迂回运动：蛇最典型的活动方式。蛇体呈波浪形，从头向尾运动。当伸展到每个波浪的顶部时，身体向后拉(小箭头)，贴进地面，这样就使蛇向前移动。



蜿蜒状运动：蛇在空间有限的条件下的运动方式，如在夹缝里或在猎物的洞穴里。进行这种运动时，蛇先是固定后部，将环状部分紧紧贴在缝壁上，伸展前部然后前部固定不动，后部向前拉。



直线运动：蛇通过交替伸长或收缩相邻部分所做的运动，与蚯蚓的运动方式相同，这种运动不易被发觉。一般是体重的蛇在悄悄追踪猎物时，使用的一种爬行方式。



侧摆运动：沙漠中生长的蛇的一种运动方式，由于沙漠中流动的沙子难以使蛇体固定。侧摆运动时，蛇的体重由两个或三个点支撑，接连蜷曲的身体向前爬行。

爬 行

没有尾巴、鳍和腿的动物通常通过收缩或伸长整个身体或身体某个部位的方式移动。水蛭移动时，先用吸盘将后部固定，再收缩长在身体周围的圆形肌肉。前面吸盘附着时，后面吸盘松动，这样水蛭的身体就由遍及全身的纵向结构肌肉的收缩而向前推进。

蚯蚓的身体由许多部分组成，每个部分都有自己整套的圆形肌肉，纵向结构的肌肉和静压骨骼。当纵向结构的肌肉收缩时，整个部分变得短而粗，紧贴地面，由粘液和细小的刚毛将身体固定。当圆形肌肉收缩时，这一部分就会变得细而长。因此蚯蚓爬行时，肌肉一节接一节地连续收缩，从身体前部向后蔓延。挖穴时，后部的刚毛起固定身体的作用，前部在土壤颗粒间向前推进。

蛞蝓和蜗牛各自都有一个扁足。当肌肉的收缩传过扁足时，身体就被提起，它们也得以向前移动。蛇有多种爬行方式，其种类不同，爬行方式也就不同。蛇也根据地面条件采用不同的爬行方式(见插图)。

水生动物的移动方式

体长的水生动物(如七鳃鳗、鳗和水蛇)的游动方式是，身体做侧向起伏运动，将水向后推，后推力推动身体向前游动，很有可能早期脊椎动物就是以这样的方式移动的。许多鱼的尾巴是主要的推动器。鱼尾每摆动一次都可以把水向两侧或向后部推，由此推动鱼向前游动。鳍具有平衡鱼体的作用，也用来调整游动时的姿势。海洋中的哺乳动物，如鲸和海豚用同样的推动方式(只不过它们的尾巴是水平结构，上下摆动)，而海象和海豹在游动

肌肉常常成对地发挥作用。当主动肌发动方收缩时，其对抗肌反对方松弛，以此产生平滑运动。

时，后腿左右摆动。鳐和比目鱼游动时，全身或局部上下移动。鳐在游动时，身体沿着很宽的鳍上下起伏，而比目鱼则摆动整个身体。

有些动物在水里划行——如海狮用前鳍肢作为桨划行，而划蝽则用长满纤毛的双腿划行(见59页)。鱿鱼和它的亲缘动物以喷气推动的方式移动：它们先将长有肌肉壁的腔内吸满水，然后再通过一个很窄的灵活的漏斗状物朝某一方向挤出，这一推动力带动鱿鱼游动。行走、奔跑和跳跃动物在陆地上一般要使用腿。行走时，两足动物(如人类和鸟类)双脚交替接触地面，但奔跑时，有时两脚都离开地面。恐龙也是两足动物，可能以同样的方式移动。

四足动物的移动方式很多，并根据腿的运动方式和运动速度的不同而不同。如象有两种步态：行走和小步跑，而马有四种步态：行走、快步、慢跑和飞跑。多数哺乳动物长有四条腿，前后各两条。行走时，先是移动一条前腿，然后是相对一侧的后腿，再后是另一条前腿，最后移动另一条后腿。其他哺乳动物的移动方式有：快步、慢跑、小跑和跳跃。移动时，有时2条、3条甚至是4条腿可以同时离开地面。动物长长的腿再加上很大的步伐都可以加快它们的移动速度，如狗、马和猎豹(见插图)。

许多爬行动物和两栖动物的身体都很长，肢体位于身体的两侧。当用与鱼的侧面波状运动同样的方式行走，并移动呈对角线的一侧的腿的方式运动时，它们的身体就会弯曲。鱼鳍的运动模式也与此相同，如被认为与四足动物有亲缘关系的空棘鱼类的鱼和肺鱼的运动方式就是这样的。

六足昆虫以三条腿为一组的方式运动，先是一侧的第一条腿和第三条腿与另一侧的第二条腿(这三条腿构成一个三角形)一起运动，然后是构成三角形的其余三条腿，每三条腿为一平衡组交替运动。倍足亚纲节肢动物和唇足纲节肢动物都有100多条腿，移动时长在双侧的足交替行走。各种动物的运动方式不同，同一种动物也具有不同的运动方式，或是同时运动，或是交替运动。

就使用的能量而言，跳跃是一个既快速又有效的移动方式。青蛙、袋鼠、蚂蚱和跳蚤都借助通常是很长的后腿的跳跃方式离开地面。袋鼠的腿部长有韧性很强的腱，落地时腱位伸展，而当腱弹回时，就会贮存能量以使动物继续向前移动。跳蚤和蚱蜢通过缓慢的肌肉收缩将能量贮存在腿部的一个带有弹性的蛋白质里。体内的释放组织会使蛋白质收缩，这样将动物弹入空中。跳蚤是动物界最出色的跳跃能手，它弹跳的高度是其身高的100倍。

善奔跑的动物，如猎豹(左图)，奔跑时将后腿最大程度地提高、脊椎向前弯曲形成拱形，这样其奔跑的步伐加大，速度也会提高。当以最快的速度奔跑时，后腿落地点在前腿落地点的前方。

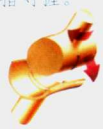
关　节

球窝形关节：哺乳动物的髋关节和肩关节，允许各个方向的运动，包括转动，但易脱臼。

鞍形关节：允许几个方向上的上下运动，在灵长目动物中的拇指连接上有重要意义，可以使拇指与其他指对握。

铰链形关节：膝关节和踝关节。允许在单一平面内的摆动。

轴形关节：主要限制旋转运动。转头动作主要是由位于第一、二颈椎间的轴形关节完成。



双髁形关节：如腕关节，允许旋转及前后转动。

平面形关节：背柱和骨盆之间的连接。除哺乳动物在分娩时，盆腔扩张以容纳胚胎之外，只允许有限的运动。

滑翔和飞行

许多动物利用伸展的皮片滑行或利用飞膜飞行。飞鱼借助很宽的胸鳍飞行，会飞的两栖动物用长蹼足作为飞膜飞行，飞龙(飞行的蜥蜴)借助肋骨上的翼状膜飞行，飞蛇使身体平伏在地，飞行的松鼠、仓鼠和狐猴借助于前后肢体间伸展的皮膜飞行。这些动物的飞行一定程度上具有随意性，飞行不受控制。

今天只有昆虫、鸟类和蝙蝠的飞行才可称为真正的飞行，但在史前时代，有许多会飞的两栖动物的身体很大(见插图)。为了适应飞行，它们的身体都已经历了巨大的变化，特别是身体重的动物。显而易见，这些动物的飞行给它们带来很大的优势。

可以控制飞行的所有的动物都长有可以上下移动并可形成多角度的翅膀。当翅膀与其上方的空气形成一个角度时，空气就会在其上部持续流动，这样就在翅膀上产生一个低压，在翅膀下产生一个高压，由此产生了上升力。这一上升力在滑行和鸟翼振动时起作用。当鸟翼向下运动时，产生一个上升力和一个前冲力。鸟翼向上振动时，鸟翼就会旋转，防止产生向后的冲力。

鸟类和蝙蝠强健的胸肌附着在大而凸出的胸骨上。这样鸟在拍打鸟翼时，就会产生巨大的向下动力。鸟翼是由延伸的、由羽毛覆盖的翅前部形成(见92—93页)。蝙蝠的爪子很大，翼面由双层皮膜组成。

昆虫的翅膀突出，位于胸的上部和两侧(见59页)。飞行速度快的昆虫，其飞行肌不是直接附着在翅膀上。一组从胸顶到胸底的肌肉的收缩使胸底向下拉，这样将翅膀通过底部的平衡系统向上提。当附着在胸部两侧的纵向肌肉收缩时，胸顶就会向上弯曲。一旦开始运动时，肌肉就会伸长，然后快速地收缩，这样就会加快飞行速度，一些蛾的飞行速度可达每小时40公里(25英里)。

参见
- 昆虫：形态与结构 59页
- 鱼类：形态与结构 72页
- 两栖动物：形态与结构 79页
- 爬行动物：形态与结构 85页
- 鸟类：形态与结构 92页

消 化

植物能把简单的无机分子和太阳能合成为它们所需的复杂分子(见31页)。动物则不同，所有的动物都是消费者，直接或间接地以植物为食(见194页)。食物中的营养是能量的来源，是动物机体生长、康复和保持活力过程所必需的。实际上无论是动物食物还是植物食物都是由极复杂的化合物组成，这些食物分解成简单的化合物才能被动物机体吸收。

动物因身体结构和生活方式不同而有不同的获取食物的方式。除了最低级的动物外，所有动物都有专门的消化道结构摄入食物、加工食物和吸收营养。

消化系统的种类

进食方法极其简单的动物，如绦虫之类的寄生虫，只是从寄主身上吸收已消化的呈溶解状态的营养物质。但大多数动物的食物是固体状的，而非溶液，这些动物的口腔和消化道起到一系列的功能：

1.选取食物

2.用物理的方法把食物分解成小块

3.输送、储存食物

4.用化学方法把食物消化成可溶性营养物质

5.把营养吸收到机体内

6.排出未消化吸收的物质

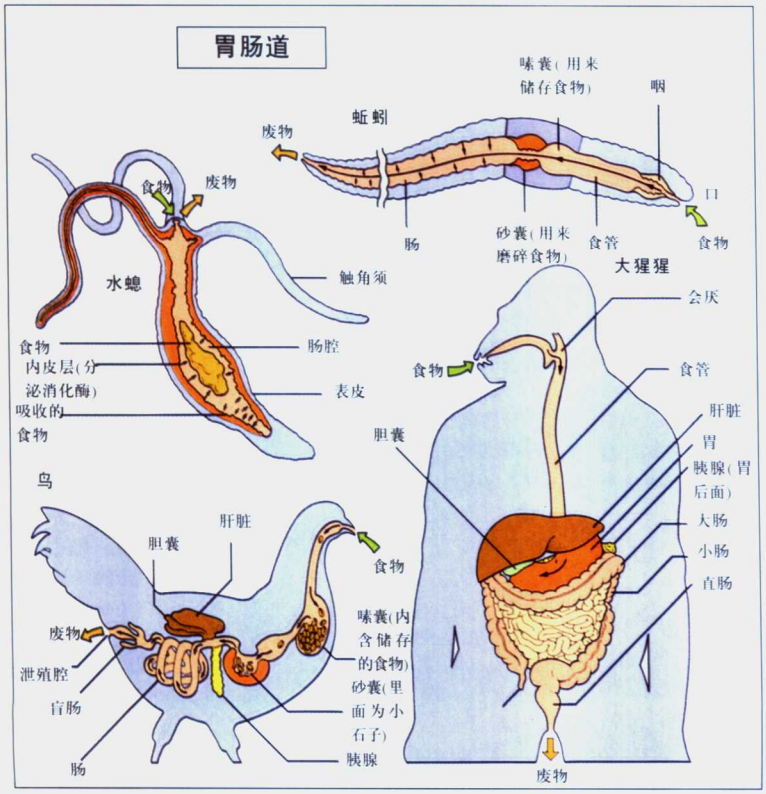
变形虫、海绵等低等动物的细胞可直接摄入并消化微小的海藻和细菌(见26页)。水螅、水母和扁虫等其他动物有简单的消化道，它们的消化道只有一个开口，这个开口通向一个大腔，消化和吸收在此进行。未消化的食物再由此开口排出。

大多数动物的消化道是完整的管道，一端是嘴，另一端是肛门。前半部分用来储存和消化食物，后半部分吸收已消化的食物。食物进入消化道后，消化道管壁上肌肉蠕动使食物向前移动。食物在移动过程中，动物会产生像唾液一样的分泌物起到润滑食物作用。

选取和消化食物

选食是动物进食的一个极具重要的环节(见162页)。即使简单动物的最初摄食也是具有选择性的，高等动物通过复杂的行为可找到合适的食物。它们的感觉也很灵敏，可认出食物的种类。

大多数动物摄入微粒状的食物。蚯蚓等一些动物以土壤里的小型动植物微粒为食，并且必须要摄取大量的物质才能获得足够的食物。海绵、贻贝等许多动物是滤食者，它们发育成特殊的机制可诱捕悬浮在水中的食物微粒(见57页)。小生物部分或全部地依靠微粒食物，如鲱鱼和鲭鱼的鳃部(鳃耙)像网一样可诱捕浮游生物。长须鲸、姥鲨、鲸鲨等最大的海上动物也是滤食者。



以大食物为食的动物要先将食物分解，增加食物的表面积使消化液发挥其作用。只有脊椎动物具有真正的(骨质)牙齿，其他动物坚硬的口器起牙齿的作用。分解食物的办法有咀嚼、摩擦、削刮、凿、挖和撕扯。蚜虫等食草动物有刺吸式口器，它们可以吸食食物的汁液。而壁虱、跳蚤、蚊子、水蛇和吸血蝠等吸血动物的口器具有相同的功能——吸收动物身体内的血液(见59页)。

许多动物在砂囊内磨碎食物，砂囊位于消化道的前部，是由厚肌肉层围成的腔室。蚯蚓的砂囊能不断地粉碎消化食物。鸟类没有牙齿，只有砂囊，因此它们经常吞食小石块用来磨碎食物。鸟类砂囊的前面还有一个小的腺胃，食道的储存腔——嗉囊。

食物中复杂的大分子分解成简单成分的过程就是消化。单细胞动物和海绵的消化在细胞内完成。只有消化道极为复杂的动物能在消化道内分泌出含酶消化液(在生化反应中起催化作用的蛋白质)。酶具有专一性、目的性，只分解某些碳水化合物、蛋白质和脂肪。为避免酶作用于消化道本身，在被分泌时处于无活性状态，只有在遇到其他化学物质时才发生作用。此外，

消化道的内壁还布满了粘液，分泌的各种液体与食物微粒混合在一起构成了半流体状的食糜。

胃能暂时储存食物，食物在这里混合、初步消化。脊椎动物胃液是酸性的，可杀死动物进食时携带的细菌。羊、牛等反刍动物的胃的一部分有特殊的功能，允许共生微生物使植物发酵(见112页)。脊椎动物胃内的半消化食物慢慢地进入小肠的上部——十二指肠。这时由肝脏分泌的、储存在胆囊中的胆汁会流到十二指肠内，帮助分解(消化)大的脂肪球，再次扩大与酶的接触面积，胰腺、肠壁内的腺体也会分泌出酶。

有些食物不易消化。许多动物不分泌消化纤维素的酶，因此，食用纤维素的动物通常要通过共生的微生物来产生必要的消化酶(见169页)。马、兔等哺乳动物在盲肠内消化纤维素。盲肠是消化道的一个盲端分枝，小肠的下段(回肠)和大肠在这里交汇。

吸收和排泄

在酶的作用下，食物最终转化成小的糖分子、氨基酸分子和脂肪酸分子(见下文)。这些成分被消化道壁吸收后，输送到身体其他部分。脊椎动物的回肠内壁长满了细小的，手指状的凸出物——纤毛，增大了吸收表面，糖分子和氨基酸穿过纤毛进入血液，而脂肪酸和甘油则进入淋巴系统(见181页)。脊椎动物的血液从回肠直接流到肝脏。血液中的葡萄糖和氨基酸量得到调整，多余的葡萄糖以糖原的形式储存起来。

消化道的后端专门用来排出未消化吸收的食物。陆生的动物必须要重新吸收食糜内的水分。脊椎动物的大肠由结肠和直肠构成。大肠不能分泌酶，但结肠在重新吸收水分方面起极其重要的作用。半固体状的废物(粪便)通常被输送到直肠，在一定的时间由肛门排出体外。

如果肠内的成分通过回肠时速度太快，只有少量的水分可重新吸收，这种情况叫做腹泻，可以造成排便频繁、腹泻和脱水。

饮食构成

尽管每个动物所需的具体营养成分有很大不同，但大多数动物的基本需求是相同的。这反映出所有动物细胞的基本成分是相同的(见20页)。动物的消化系统可以把食物内复杂的大分子(碳水化合物、脂肪、蛋白质)分解成基本的成分(糖、脂肪酸、甘油和氨基酸)。这些基本成分被身体吸收，发生专一反应以合成出新的化合物来制造细胞，为细胞提供营养，或者释放出动物所需的能量。

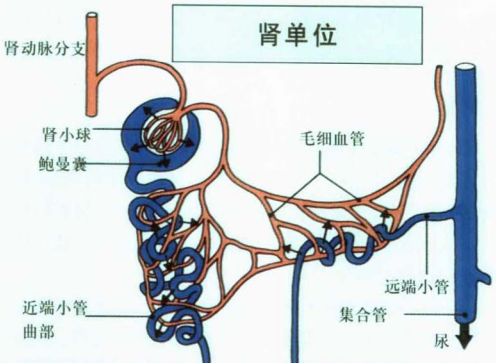
碳水化合物的基本成分是糖分子。它可能是单糖形式(如葡萄糖、果糖、半乳糖、蔗糖)，也可能是更复杂的多糖形式(如淀粉、糖原和纤维素)。食物中的碳水化合物是动物能量的重要来源，氧化后分解成二氧化碳和水，多余的碳水化合物或者以糖原的形式存放(如在肝脏或肌肉内)，或被转化成脂肪，储存在皮肤下面或其他处的脂肪细胞内。

脂肪是由脂肪酸和甘油构成的复杂分子，它是细胞膜结构的主要成分(见20页)，也是重要的能量来源，比碳水化合物更易于被身体储存。对于食物来源偶尔会断绝的动物来说，体内以这种形式储存的能量尤为重要。迁移的蝗虫在飞行中消耗脂肪(见173页)。大量的哺乳动物在冬眠前储存起大量的脂肪(见175页)。鸟类和哺乳动物皮肤下的脂肪在隔温方面起很大的作用。

排　泄

水分和无机盐同食物一样是动物所必需的。不同组织内的水分含量差别很大——在骨质组织中占20%，脊椎动物的脑细胞中占85%，水母的身体组织中占95%。所有的食物内都会有水分，而它又以尿液、粪便、体表汗液的形式散失。许多动物需摄入额外的水分来保持体内液体平衡。动物体内无机盐的含量也很重要，大部分海生脊椎动物盐分总含量与海水的含盐量相同(3.4%)。几乎所有脊椎动物体液中盐的含量不足1%。水分和盐分的绝对平衡对细胞的活动是至关重要的。由于动物摄入各种食物和水分，调节水分和盐分的平衡(渗透调节)，排除其余废物对保持动物体内稳定的环境是至关重要的。

水母等简单动物没有专门的排泄系统，废物只是简单地渗出体外。较高级的动物有专门的排泄器官，基本原理是相同的，来自血液或间质的液体汇集在一起，在经过分泌和某些物质重新被吸收之后，成分得到调整，废物排出体外。无脊椎动物的肾小管完成这一功能。脊椎动物是由上千个肾单位组成的肾来完成这一功能的。



肾小球腔内的高压使回液内的液体渗出腔壁进入肾小球囊。蛋白质和血细胞太大而无法通过壁内的缝隙而留在腔内。过滤后的回液流经肾单位时，葡萄糖、氨基酸、大部分无机盐和水分被重新吸收到血液中。尿和其他废物不被吸收，以尿液的形式排出体外。

蛋白质由一氨基酸长链组成，它们的排列是由遗传基因决定的(见6－7页)。蛋白质有几个至关重要的作用：帮助形成特殊的细胞结构(见182页)；像激素一样向其他细胞发出信号；像酶一样协调其他细胞活动；是细胞内动态活动的基础。在二十几种不同的氨基酸中，8种是动物必需的，但必须由食物蛋白质提供。此外其余的氨基酸不是必需的，可以由其他氨基酸合成。

维生素和无机物也是重要的食物成分。维生素是复杂的化合物，它本身不能提供能量，在许多化学反应中都需微量的维生素。不同种类的动物所需的维生素不同，合成维生素的能力也不同。如人类必须从食物中获得维生素C(抗坏血酸)，而许多动物通过合成葡萄糖而获得它。同样，维生素D和维生素K是脊椎动物必不可少的，而至今人们尚未发现它们能对无脊椎动物起什么作用。

动物体内的各种物理和化学过程中需要大量的无机盐，有些需要量较大，如骨和壳中的钙，细胞中的钠，体液中的钾。而有些无机盐的需要量极少(如锌，它是多种酶的重要成分)。矿物和维生素缺乏都严重影响动物的身体健康。

参见
· 什么是生命　6页
· 细胞　20页
· 植物的功能　31页
· 昆虫：形态与结构　59页
· 觅食　162页
· 捕食者与猎物　164页
· 寄生与共生　168页
· 呼吸与循环　180页
· 生物圈　194－197页

呼吸与循环

所有动物细胞都不断地需要氧气供应来氧化(燃烧)食物，释放能量(见21页)。同时，要把养分输送到每个细胞并带走细胞活动产生的废物——包括呼吸产生的二氧化碳。

较高级的动物有专门的系统来满足这些要求。呼吸系统能保证动物从环境中吸收足够的氧气并排出二氧化碳，而循环系统则把氧气和养分输送给细胞，带走二氧化碳和其他废物。

呼　吸

动物从周围环境获得氧气的方式是由它的身体构成、生活方式及生活地点——在水中或在空气中决定的。吸入的氧气量和排出的二氧化碳量是由进行气体交换表面的表面积决定的。海绵、水螅等需要能量较少的小的低等动物只通过体表进行气体交换就足够了。

体形较大的动物有专门的呼吸系统。动物的呼吸系统结构不同，但它们的表面都很大，用来进行气体交换。同时动物也需要供氧系统使含氧的空气或水以一定的间隔同呼吸系统的表面接触。动物越活跃需要的能量和氧气就越多。鸟类和哺乳动物等较活跃的热血(恒温)动物需要能量较多，它们的呼吸系统表面很大，可充足地供氧。

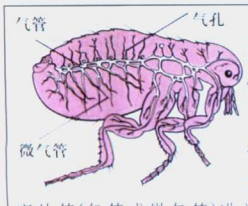
氧气在组织内输送得不远，足够维持生命的氧气量只渗透到组织内1毫米(1/25英寸)。为保证所有细胞供氧充分，呼吸系统表面分布有丰富的血管，而且管壁很薄，能使氧气迅速传送。

只有少量的氧气能在简单的溶液中存在，所以许多动物血液里都有特殊的分子——呼吸色素。这些分子在呼吸系统表面与氧气结合，把它携带到身体内的细胞中。脊椎动物的呼吸色素——血红蛋白——中含有铁原子，因此呈红色。它使血液含氧率提高25倍。许多无脊椎动物也有血红蛋白，但一些软体动物和节肢动物的色素铜是蓝色的，因此被叫做血蓝蛋白。血红蛋白和血蓝蛋白中的金属原子在吸氧方面极其重要。脊椎动物的呼吸色素存在于血细胞中，而一些无脊椎动物的呼吸色素却自由地存在于血液或血浆中。

空中呼吸与水中呼吸

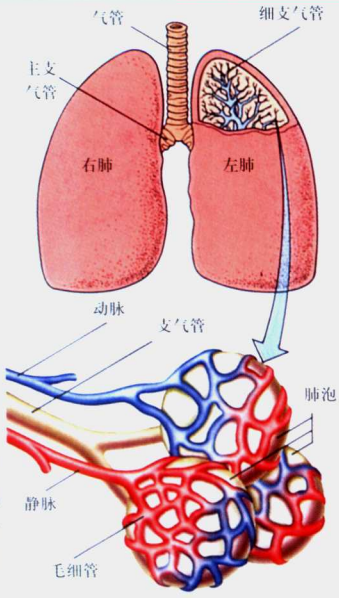
动物必须从周围的环境空气或水中获得氧气。空气比水轻得多，但氧气含量却更高——同样体积空气的含氧量是水含氧量的30倍。因此从空气中获得氧气比从水中获得氧气要容易得多。鱼鳃在换气时要消耗总能量的20%，而哺乳动物呼吸空气时只消耗1%或2%的能量。呼吸空气的另一个好处是空气吸热少，因此尽管动物的呼吸表面很大，但是只有较少的热量损失掉。真正的热血动物——鸟类和哺乳动物是呼吸空气的，这决非偶然的。

然而，呼吸空气也有一些坏处，大面积的呼吸表面必须保持湿润以溶解运送气体。湿润体表的水分蒸发是陆生动物丧失水分的一个重要原因。这种水分的丧失在冷天能比较清楚地看到，呼出的水蒸气在冷空气中会凝聚。



昆虫(蚤)的气管式呼吸系统。昆虫经常面临脱水的危险，因此它的呼吸系统比较独特。

它只有一个小的开口与空气接触。空气经过腹部的一成对的开口(气门)进入身体内，经越来越窄的管(气管或微气管)进入深层细胞进行换气。



哺乳动物的呼吸系统中有两个大的袋状肺。空气经过气管进入越来越窄的支气管(细支气管)最后到达肺部。支气管的末端的上百万个气囊叫肺泡。肺泡壁上布满了细小的薄壁的血管网，这些血管网称为毛细血管。心脏流出的脱氧血液流经毛细血管时，它所携带的二氧化碳经肺泡进入肺部呼出体内。血液携带氧气流动，含氧的血液经静脉流回心脏，随着心脏的跳动再次输送到全身。

呼吸系统的结构

软体虫等许多简单的无脊椎动物通过湿润的体表交换气体。这些动物身型较小，新陈代谢率低，氧气需求量也很少。动物自身的运动或周围媒介的移动就可保证含氧丰富的清新空气接触其体表。大多数两栖动物还可进行皮肤呼吸，但这并不是呼吸的惟一方式(见79页)。

鳃是水生动物专门的呼吸结构。鳃很薄，通常是折叠的，以增大气体交换的面积。其表面与水接触，内部有血管网。鳃可在体外，如两栖的蝌蚪把鳃伸到水中，但大部分脊椎动物的鳃是内生的。鱼类的鳃长在一系列狭缝的内部，这些狭缝穿过咽壁。水由鱼的口部进入，由狭缝排出。骨质鱼的鳃部有许多薄的丝状物，血液流经这些鳃裂时与水流方向相反，这样可最高限度地进行换气(见72—73页)。

大部分昆虫是陆生，体形较小。为防止损失过多水分，昆虫的体表覆盖着一层不透水的坚硬表皮(角质层)。它身体内部有一套独特的呼吸系统，它的气管狭窄，空气从这里进入身体内部(见插图)。通向外面的开口(气门)大小可据外部条件而变化，活跃的昆虫移动时有利于气体进出气门。

肺是较大的呼吸器官，可与空气换气。一些无脊椎动物都有肺。蜘蛛的肺是书肺——腹部的充气腔，空气经气门进入这里。每个腔内都有一系列平行的含血片状组织进行换气。青

蛙和爬行动物等低等的脊椎动物的肺是一些简单的囊，通过其身体或嘴的运动来换气。

鸟类和哺乳动物的新陈代谢快，它们的肺结构复杂，可高效率的供氧。哺乳动物肺的表面积大，薄气管壁上长着细小的气囊——肺泡(见插图)。膈肌——胸部和腹部之间的肌肉膜——的收缩可使动物进行有规律的换气。鸟类的呼吸系统决定其肺只能进行双重呼吸。空气流入气囊和许多薄壁细小的气管(副支气管)与血液进行换气。鸟类飞行时胸肌运动、气囊肌挤压，可保证空气不断流入。

循环系统

所有动物都需要氧气和养料连续供应，废物也要不断地排出。海绵、扁虫等小的低等水生动物没有专门的呼吸系统，它们的身体只有几个细胞那么厚，只要依靠渗透作用就足够了。较大的动物则不同，渗透不足以满足身体各部位所有细胞的需求，因此它们进化出循环系统在细胞与细胞间、细胞与外部环境间输送物质。

一般说来，循环系统由三部分组成：

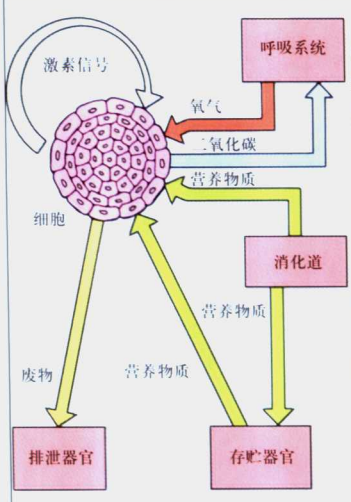
1.可溶解营养物质、气体和废物的液体输送媒介(血液)

2.将血液输送到全身的机制(一般是心脏)。

3.血液循环的空间系统。

节肢动物和许多软体动物是开放式的循环系统。心脏内的血液流入有开放终端的血管，再从开放血管流出直接流向所有细胞。含血的空间叫血腔，血液通过其他的有开放终端血管或心脏上的开口流回心脏，在这种开放式循环系统中的血液流动相对较慢。

脊椎动物、棘皮动物及章鱼、鱿鱼等软体动物是封闭式的循环系统。血液可更快地在弹性血管系统中流动。大的血管(动脉)分支成更小的血管把心脏中的血液输送到全身各处。最小的血管(毛细血管)极易渗透，液体可渗出毛细血管而构成环绕细胞的组织液。通过组织液的流动，细胞和血液之间进行气体、养分和废物交换。脊椎动物有一个由细小血管组成的独立的淋巴系统。淋巴系统携带多余的间质液回流至血液中。毛细血管中的血液再经静脉流回心脏。



血液和循环系统的功能：血液和循环系统除输送气体、养分、废物和激素外，还具有以下重要功能：

1.有助于保持体内各部位盐分和水分平衡。

2.有助于恒温动物传送热量、调节体温。

3.抵御外部微生物的入侵(通过白血球和抗体)。

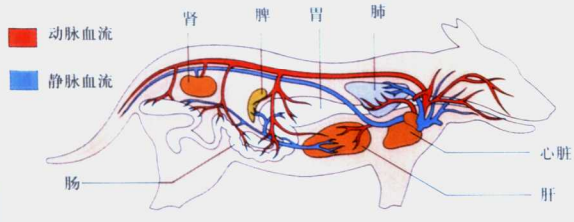
4.补偿组织损失，防止血液流失(以凝结的方式)。

血液在血管和循环系统中流动时需要动力。动物身体内肌肉的运动可以产生这种动力。人在行走时腿部肌肉收缩，使得腿部血液经静脉流回心脏。高等动物循环系统的一部分或几部分行使心脏的功能，可泵送血液，而最简单的办法是通过肌肉有节奏的收缩(蠕动)使血液在血管中流动。环节类蠕虫的一些血管行使心脏的功能。心脏和静脉中的瓣膜可保证血液的正确流向。

较专化的心脏由坚实的肌肉腔构成。这些腔是由可收缩的血管进化而成的。但它们能以更大的力量泵送大量的血液。动物的这一结构各不相同。鱼类只有较简单的心脏，而鸟类和哺乳动物等高级脊椎动物具有强动力的循环系统(见插图)。

参见

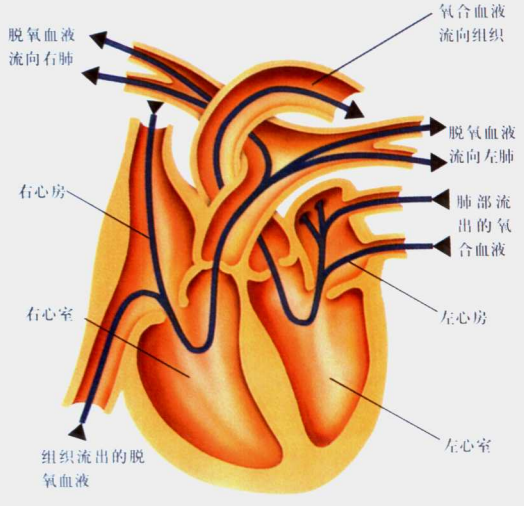
- 细胞 20页
- 昆虫：形态与结构 59页
- 鱼类：形态与结构 72页
- 两栖动物：形态与结构 79页
- 爬行动物世界(温度调节) 87页
- 消化 178页



脊椎动物的专化心脏是由坚实的肌肉腔构成。腔能够产生较大的动力抽送大量的血液。鱼类等低级脊椎动物只有单循环系统。鲨鱼等鱼类静脉中的无氧血液经薄壁的心腔(心房)流入厚壁的肌肉腔(心室)。在心室有力的收缩下，血液进入鳃部吸收氧气后流到全身各处。因为血液是从心脏经鳃部流向器官和组织的，因此所需的动力很小。

脊椎动物渐渐地从水生变为陆生，呼吸空气，其循环系统也随之变得复杂。鸟类和哺乳动物的心脏由两房两室构成，形成双循环系统。(上图与右图)。组织和器官中的无氧血流从心脏右侧流到肺部，氧合血液回到心脏左侧后，在心脏有力的泵送下流到全身各处。流入较活跃细胞中的强动力氧合血液有利于鸟类和哺乳动物保持其自身特有的高代谢率。

脊椎动物的循环系统



神经系统和内分泌系统

多细胞动物要协调其细胞的活动以使身体成为统一的机体。当身体的某一部位受热或被触摸时，整个身体都要做出反应。同时在消化、繁殖、呼吸等生理过程中，相关器官和组织的活动也要协调一致。

动物的细胞可能遍布全身各处，动物需要两个机制来协调细胞的活动。细胞间网状的神经系统使细胞能迅速地传递信息，而分泌系统可通过血液中携带的化学物质(激素)在不同的组织间传递信息。

单细胞原生动物也要在体内交流信息。细胞液和细胞核间流动的化学信号可协调细胞内部的活动(见20—21页)。在动物机体的控制下，这些机制对食物及周围环境中的其他刺激做出反应。变形虫的细胞液每次只能朝一个方向流动，而其他原生动物则可协调其纤毛的摆动。多细胞动物信息的交流要复杂些。每个细胞都要在体内其他细胞的共同作用下调整自身的活动

神经系统

神经系统是由能进行远距离信息交流的细胞组成的网状结构。其有关细胞——神经细胞或神经元——的细胞体有很长的分支，可快速传播微小的电子信号。神经元接收并综合各感觉器官传来的信息，发出信号，协调动物的动作行为。

水螅等腔肠动物的神经网是最简单的神经系统。其神经元遍布身体各处，没有中央协调器官。每个细胞上都有凸出物和身体各处的神经纤维构成的不规则相联的网络。信号在向各处输送时会越来越弱，最初的刺激越强烈，神经网内受影响的细胞就越多。具有较复杂运动系统(与运动有关的系统)的动物的神经联成清晰的线路。例如，海星等棘皮动物口部四周有神经环，并且有一个主神经，扩展到每个腕中。

越复杂动物的神经细胞越多，神经组织也就越庞大。神经纤维聚集到神经线路上，而且神经细胞的细胞体聚集在一起形成了神经节。随着神经组织的加大，神经形成专一功能，传入神经把神经末稍周围传感器的信号传到中枢神经系统。脊椎动物的中枢神经系统是由大脑和脊髓构成的。传出神经则把神经中枢的刺激信号传到其他系统，刺激肌肉系统(通过运动神经)收缩(见176页)；刺激腺系统分泌腺素。

中枢神经系统内的许多特殊的神经——中间神经元——把传入神经和传出神经连接起来。它们一起构成了复杂而有组织的神经细胞网，综合各处传来的信息。中间神经元处理和传递输入信号的方式决定了动物所有的动作和行为。

大部分动物的身体都是左右对称的，也就是说，其身体可以分成相同的左右两部分。腔肠动物(如水母)和棘皮动物(如海星)则不同，它们是辐射对称。左右对称可影响动物神经系统的构造。真涡虫有两条大的神经索连接其头部和尾部的神经节，而其他神经则是横向的。

环节动物(如环节蠕虫)和节肢动物(如甲壳纲动物、蜘蛛、昆虫等)有一对垂直的神经索，贯穿整个身体。这两条神经索靠得很近，经常交融在一起，看起来就像一个。中间神经元的细胞体在身体每个环节的神经节中与运动神经汇合。神经节接受周围传感器传来的传入神经纤维，协调所在环节肌肉的活动。

大多数动物都向前运动，其口与感觉器官都集中在身体前端，构成头部(头部形成)。为分析解释全部的传入信息，大量的神经细胞聚集在头部形成脑。脑的各个部位功能不同，脊椎动物的脑尤其明显。

低等脊椎动物的脑由三部分构成。前脑接受鼻部传来的信息。狗依靠味觉觅食，因此它的前脑发达。中脑接受眼部传来的信息，而后脑的信息来自耳部、平衡器官及皮肤。在胚胎发育阶段，后脑底部变大形成小脑，起协调平衡和运动功能。后脑下壁加厚形成延髓，控

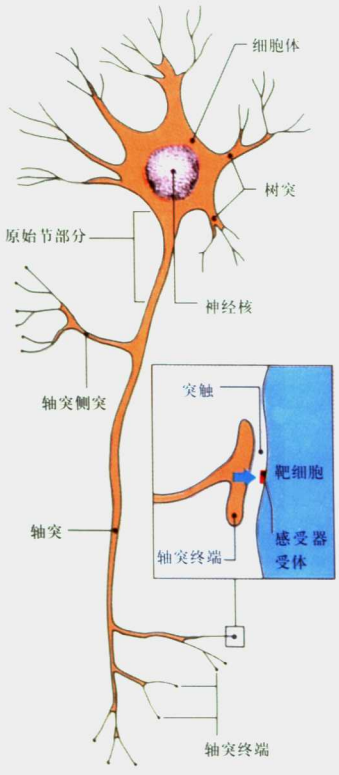
神经细胞

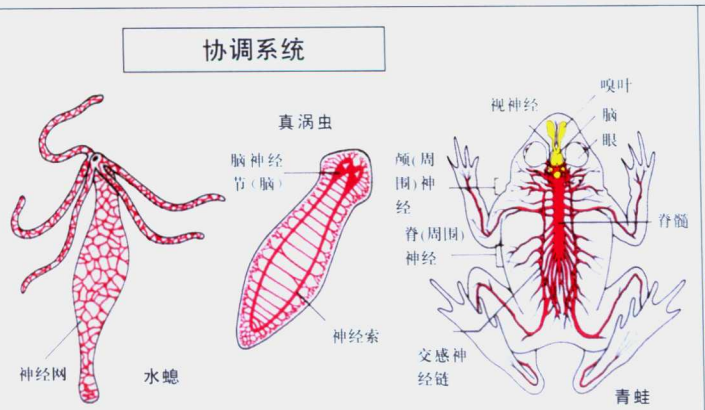
神经系统的功能单位是神经细胞或神经元。上百万个神经细胞组成的细胞网比最先进的电子计算机的线路还要复杂。神经细胞的形状迥异，但它们都是由一个细胞体组成。细胞体上长有不同数量的细小分枝(树突)和一个大的分枝(轴突)。

神经通过微小的电子信号传送信息。这些信号像断断续续的电子脉冲一样沿轴突输送出去。脉冲在经过每个轴突时都会产生一个新的脉冲，从而可以传播得更远。每个细胞轴突脉冲频率及输送脉冲的数量可表明原始信号的强弱。

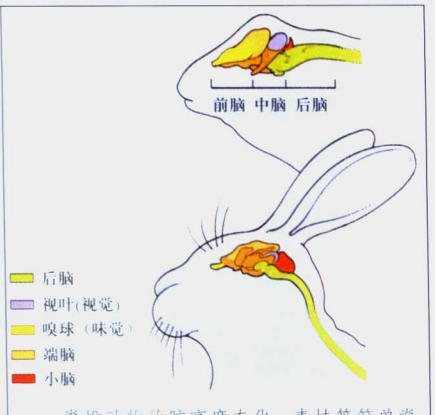
轴突的末端通常是一个交汇点——突触。轴突在这里与细胞体、其他细胞的树突、其他分泌细胞或肌肉相连。轴突中的电子脉冲流经突触时会产生微量的化学物质——神经传递素。神经传递素可流入邻近细胞中。它由许多不同的化学成分构成，常见的有乙酰胆碱、去肾上腺素、多巴胺、甘氨酸、血清素。神经传递素作用到特定的传感器上而使邻近细胞产生新的电子或化学信号。其他神经传来的刺激的性质和数量决定了神经细胞产生的最终电子信号。肌肉中的电子信号可导致肌肉收缩(见176页)。

一些化学物质的传播性强，它的作用力可超越其邻近细胞而改变整组细胞的兴奋性。严格来讲，这些化学物质不是神经传递素，因为其作用不局限于释放它的突触。这些化学物质被叫做神经调制物。





水螅等动物具有最简单的神经系统。它由遍布身体各处的神经细胞构成，没有中央协调点。在较复杂的神经系统中，一些神经细胞组成神经节，形成原始的脑。清晰的神经线路(神经索)把脑部与身体各处相联。脊椎动物神经系统的功能发生了很大的变化。脑和脊髓共同构成中枢神经系统。颅神经系统(由脑部伸出)与脊神经构成周围神经系统。



脊椎动物的脑高度专化。青蛙等简单脊椎动物的脑由三部分组成：前脑(主要与味觉有关)、中脑(与视觉有关)和后脑(与听觉和平衡有关)。兔和其他哺乳动物的脑极其复杂。值得注意的是其端脑(与自觉的学习行为有关)和小脑(与运动和姿势有关)的大小。越高级哺乳动物，端脑越大。

制呼吸和心跳等非意愿性活动。随着脊椎动物的生活方式和习性的复杂化，它们的脑也变得复杂起来。哺乳动物的前脑发育成两个脑半球(共同构成端脑)。更高级的动物脑半球的表面长有无数的褶或脑回，因此其表面积很大。人脑的这一部分与智力行为、语言、记忆和意识有关。

内分泌系统

细胞内产生的各种化学物质经细胞膜渗透出去。有时可能是细胞活动产生的废物，如二氧化碳，但更多的时候是向其他细胞发出信号的特殊的化学分泌物。在这个过程中，有一个完整的连续体，使得化学信息得以传递。局部信号(旁分泌)传到邻细胞中，协调组织内细胞的成长、分化，并作一个单元行使功能。许多细胞(内分泌细胞)可以产生分泌物，作为长距离的化学信号。激素是一种特殊细胞产生的由血液携带的化学信号。每种激素的结构具有高度专一性，其目标细胞有特殊的受体分子，能辨认和吸收相关的激素。激素作用到受体上影响目标细胞的新陈代谢和基因，进而改变其活动。产生特定激素的内分泌细胞统称为内分泌腺。一些外激素可远距离传送，动物产生这种化学信号并将它传送到空气中与同类动物联系(见152—155页)。

多细胞动物的化学信号主要控制动物的生长、发育和繁殖，协调新陈代谢及水分和盐分的平衡。激素具有高度专一的目标性，一个典型的例子是昆虫。昆虫分泌的保幼激素使它永远处于幼年状态，而蜕皮素使它在生长过程中蜕皮(见62页)。脊椎动物体内大量的不同激素影响着动物几乎所有的机体功能。如胰腺分泌的胰岛素控制血糖浓度，垂体分泌的生长素和甲状腺分泌的甲状腺素控制身体发育和新陈代谢，卵巢分泌的雌二醇和睾丸分泌的睾丸素影响第二特征，如乳房的发育和毛发的生长。同种激素在不同动物体内起的作用也可能不同：如鱼类垂体分泌的催乳激素对保持水分和盐分的平衡起着重要作用，而哺乳动物体内的催乳激素则控制乳汁的分泌。

神经系统和内分泌系统的统一

神经系统和内分泌系统必须得到充分的协调才能确保动物作为统一的整体活动。这样动物可以根据外界环境的变化而进行繁殖，选择最适当的繁殖期以利于幼仔的存活。脊椎动物的感觉器官感受到强刺激后诱发肾上腺产生激素，以备动物作出搏斗或逃跑等突然的动作。

一些神经细胞分泌出激素，把神经系统和内分泌系统的活动相连。这些神经细胞(被称为神经分泌细胞)同普通细胞一样接受传感器和其他神经细胞传来的信息。但它们不在神经纤维末端分泌起局部作用的神经传递素(见方框)。相反地，它们分泌的激素流入血液。神经元的细胞体产生的激素流经轴突后储存在神经末端，在神经活动时重新释放出来。脊椎动物体内的许多激素，包括生长激素和繁殖激素是由神经分泌细胞分泌的。蟹等甲壳纲动物之所以能根据周围环境的颜色迅速改变其体色是因为其神经分泌细胞分泌的激素刺激皮肤内的色素细胞。

脊椎动物的神经系统和内分泌系统主要是由垂体相连的。垂体受前脑中的下丘脑的控制。下丘脑起枢纽作用，它接受大量来自脑部的信号。下丘脑内的许多细胞起着神经分泌的功能。一些细胞产生的催产素和加压素(分别与繁殖活动和排泄活动有关)沿轴突流到垂体后部。另外一些神经元产生的激素随周围血液流到垂体前部，控制那里激素的分泌，而前部垂体激素控制其他的内分泌腺(甲状腺刺激激素控制甲状腺，促性腺激素控制卵巢与睾丸)。因此下丘脑间接地控制着大部分内分泌系统。

参见
- 什么是生命 6页
- 细胞 20页
- 学习与智力 150页
- 生物的节律 174页
- 生长与发育 186页
- 感觉与知觉 188页

性与繁殖

繁殖能力是生命的最基本特征。有了繁殖的能力，许多不同种类不同形态的动物才能繁衍几亿年的时间，当然也有些动物只存活了相对很短的时间。通过繁殖，动物(和植物)(见33—43页)把基因传给后代。随着时间的推移，基因发生变化，从而动物向前进化(见12—17页)。动物准备和进行繁殖所需要的时间和消耗的能量充分体现出繁殖的重要性。

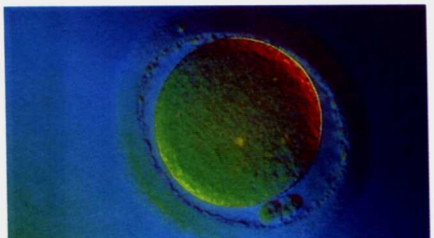
繁殖的最终目的是孕育有生殖能力的下一代。因此繁殖包括许多过程：不仅包括幼仔的出生，而且还包括其存活和发育。在这些过程中，幼仔发展其双亲的结构和行为特征。因此繁殖贯穿了整个生命周期。

无性繁殖

多细胞动物在生长过程中细胞要进行分裂。细胞分裂后产生基因物质相同的染色体(以有丝分裂的形式)，形成完全相同的两个二倍体子细胞(见22页)，子细胞长大后又分裂。这种过程是许多低级动物无性繁殖的基本方式(见24—27页)。

无性繁殖只需单亲一分为二就可完成，这种繁殖方式产生的所有后代与它的单亲完全一样。这一过程与某些动物能重新生成损失掉部位的能力有关。海星在断腕后可长出新腕，并且断腕能长成新的海星。同样扁虫的身体分裂成几部分，每部分都会长成新的扁虫。无性繁殖的另一种方式是出芽繁殖。这是海葵、海绵和许多水生蠕虫经常使用的繁殖方式。它们身体上的某一部位长到一定阶段脱离母体发育成新的个体。无性繁殖使动物能在适当的条件下迅速繁殖。

精子与卵子



人体精子(左上方)进入卵子的过程。

雌性产生的卵子很大，里面含有早期胚胎发育所需的大量物质(见186页)。这给母体造成很大的负担。因此母体产生的卵子的数量有限。精子则是较小的游离细胞，它能发现并进入卵子与卵子结合。精子小小的头部有神经核。精子最前端的一包酶体(顶体)具有重要的作用，它可帮助精子穿过卵子外面的各个保护层。精子的尾部由一个长的鞭状触角构成，使精子可以游动。精子很小，产生上百万个精子也不会消耗太多的能量。一旦排出后，精子的游动增加了精卵结合的机会。精子内复杂的分子结构可确保精子与适当种类的卵子结合，并可防止其他精子再次受精同一卵子。

有性繁殖

大多数动物要进行复杂的有性繁殖。它们不通过单亲的分裂产生后代，而是通过异性双亲异性细胞(配子)的结合来进行繁殖。双亲通常是异性的，具有不同的形态(雌性和雄性)，分别产生配子。两性体内起储存和输送配子功能的内生殖道不同。它们外生殖口周围的结构(外生殖器)方便于交配和受精。雄性和雌性的行为方式也可能不同，尤其表现在选择领地、交配及抚养幼仔方面(见下文及156—159页)。

高度专化的两性细胞结合产生新的个体。雌性产生卵子，雄性产生精子。多细胞动物的性腺——雌性的卵巢，雄性的睾丸产生配子。性腺器官内的一组生殖细胞进行分裂(以减数分裂的形式)，产生配子。卵子和精子携带等量的基因信息。它们都是单倍体——只具有双亲的一半基因(见22页)。受精时两个配子结合产生新的单细胞个体(受精卵)。受精卵是二倍体——也就是说，它具有完整的基因组成。尽管有性繁殖要比无性繁殖复杂得多，但大多数动物的繁殖方式仍是有性繁殖。从进化观点看，有性繁殖具有选择性这一好处。一个明显的例子就是有性繁殖中后代可以综合双亲的基因特征。基因的不断综合使动物的种类和数量增多，同时也满足了自然选择的进化要求。

其他繁殖方式

一般说来，动物都有两性，但也有例外。如一些无脊椎动物是雌雄同体的——也就是说它们可同时产生精子和卵子。虽然这样，它们很少进行自我受精，而通常是某一个体的精子与另一个体的卵子受精。

单性生殖是一种特殊的生殖方式。在这一方式中，卵子不需受精即可长成新的个体。动物界只有很少的动物采用这种生殖方式，如轮虫(小的水生无脊椎动物)、一些昆虫及蜥蜴。有些动物只能进行单性生殖，但更多情况下，单性生殖的动物也可进行有性生殖。如未受精的蜜蜂卵发育成雌性(工蜂或蜂后)，受精的卵发育成雄性(公蜂)(见63页)。水母、珊瑚虫、蚜虫等一些动物的繁殖活动更复杂，一代或几代可能进行无性繁殖，而接下来的一代又可能进行有性繁殖。

交配和受精

两性动物共同努力进行受精的方式大不相同，海胆、大部分软体虫、鱼类和两栖类把精子和卵子排到周围水中，在水中受精(体外受精)。但它们不是随意地生殖和排出精子和卵子的。动物感受周围环境的变化，并对其他动物的行为做出反应(见174—175页)。这样可确保对方是自己的同类，而且精卵的排出会在同时进行。从而尽量减少外界环境的影响，加大受精机会。两性之间的这些行为往往发展成复杂的交配形式。

许多动物不是简单地把配子排出体外，它们要进行体内受精。卵子存在于雌性体内，而精子进入雌性体内。水螅和许多甲壳纲动物的精子一起构成精子包囊。雄性将精子包囊转入雌性体内。为使精子直接进入雌性体内，雌雄两性要有密切的身体接触(交配)。交配双方要进行复杂的行为才能进行保持其身体的亲密接触。动物的身体结构应能适应交配时精子的转移。有些动物具有插入式生殖器(如阴茎)，它可插入雌性的生殖道内，便于精子的转移。精子如能到达距离卵子较近的地方就可减少损失，增加受精机会。

狍、海豹(如图中的食蟹海豹)等许多哺乳动物采用延缓着床的繁殖方式。狍在七、八月份交配，但受精后胚胎就停止发育。胚胎直到来年一月份才能着床。海豹的妊娠期很长，这是因为早期胚胎在雌性体内要经历一个休眠期，一些蝙蝠也存在类似现象：它们在秋天交配，在冬眠期精子储存在雌性体内，直到第二年春天才受精。

卵的保护及双亲对幼仔的照顾

卵受精后产生的单细胞能发育成新的个体。但繁殖到此并未结束，繁殖过程还包括许多环节，如幼仔的生长、发育及成熟。

能产卵的动物叫做卵生动物，受精卵和发育中的幼仔极易受到其他动物的捕食及不利环境因素的影响。许多水生无脊椎动物和鱼类只是把卵排到周围水中，为防止大量损失，每个个体要排出大量的卵——上百万个。有些动物的生理机制有利于保护和促进幼仔的生长。如有些卵内储存有大量的营养物质，外面还有保护层。爬行动物和鸟类等陆生动物尤其具有这种保护结构(有羊膜的动物；见86页)。在这种情况下就需要保护它们的卵，防止其损失过多的水分。动物一般都精心地挑选其产卵地(窝)，以便保护卵及发育中的幼仔。

胎生动物不产卵，而是直接生出幼仔。受精卵在母体内得到很好的保护并渐渐发育，母体可向其提供营养。有些动物的体内结构可使母体与其腹内的幼仔进行营养交换。有胎盘哺乳动物的胎盘长在母体的子宫壁内。胎盘渐渐发育可使幼胎与母体交换氧气、营养和废物(见186—187页)。妊娠期胎儿的发育主要是确保幼仔能在发育得较好的状态下出生(这不同于有袋哺乳动物：见103—105页)。有胎盘哺乳动物的妊娠期长短不同，仓鼠只需16天而大象则需要20个月。

动物的单亲或双亲共同照看后代可增加幼仔存活的机会(见156—159页)。当然双亲照顾后代的程度不同。有些动物只是守护着蛋和窝，防止其他动物的猎捕。有时它们也可能守护刚孵出的幼仔。鸟类和哺乳动物则一直喂养和照看后代直到它们发育得较成熟。哺乳动物的雌性还要在幼仔的早期产奶喂养它(见98页)。鸟类和哺乳动物每次产的幼仔相对来说较少，但双亲周到的照顾增加了幼仔存活的机会。

繁殖期

动物繁殖有一点很重要，那就是它要与动物自身及同种类其他动物的生命循环相协调。其繁殖期要与周围的环境相协调也是十分重要的，这是因为大多数动物生活过程中，气候条件和营养条件不总是对它们有利。

动物能感受周围环境的变化并做出反应，从而知晓繁殖期的来临(见174—175页)。动物可根据气温、降雨和食物供应的变化做出判断，但更多的动物通过四季日照长短的变化而确定繁殖期。春季日照时间变长，鸟类和哺乳动物体内激素的分泌发生变化，促使卵巢和睾丸产生配子。人类在一年中任何时候都能哺育后代反映出了父母照顾子女的细心及人类控制环境的能力。

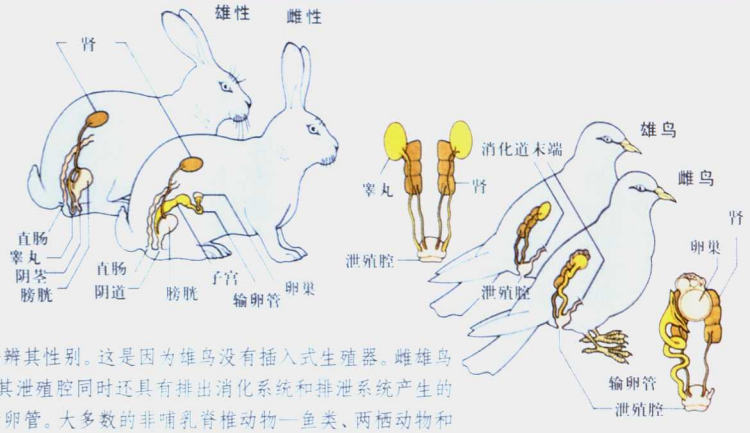
体内繁殖的协调主要是通过激素实现的(见183页)。雌雄动物的性腺除产生配子外，还能分泌激素影响生殖道、第二性征如动物的羽毛、行为等。性行为的变化和雌雄两性的共同努力使动物在配子产生时进行交配。由于产卵周期与发情周期有关联，大多数雌性哺乳动物都有有规律的发情周期。人类不仅仅在产卵时才进行性行为，这反映了性行为在联结性双方关系方面的重要作用。与产卵有关的激素发生变化时会导致女性的月经周期。

参见

- 遗传学 22页
- 简单生命形式 24—27页
- 植物 33—43页
- 昆虫 62页
- 鱼类：生命周期 74页
- 两栖动物世界 80页
- 爬行动物：生命周期 86页
- 鸟类：生命周期 94页
- 领地、交配和社会组织156页
- 生物的节律 174页
- 生长与发育 186页

生殖器官

实质上兔类和其他有胎盘哺乳动物(包括人类)的生殖系统是相同的。它们一般采用腹背式交配方式。雄性的阴茎插入雌性的阴道内从而把精子射入雌性体内进入输卵管，使卵巢排出的卵子受精。受精卵进入子宫内，开始了胚胎发育阶段(见186—187页)。雄性生殖道的后部与排尿系统相连，但雌雄两性消化系统产生的废物都经直肠排出体外。鸟类不同于哺乳动物，从它的外部生殖器很难分辨其性别。这是因为雄鸟没有插入式生殖器。雌雄鸟要把它们的泄殖腔靠近完成精子的转移。其泄殖腔同时还具有排出消化系统和排泄系统产生的废物的功能。雌鸟只有一个卵巢和一条输卵管。大多数的非哺乳脊椎动物—鱼类、两栖动物和爬行动物—也有一个简单的通道(泄殖腔)排出精子或卵子(受精的或未受精的)及废物。



生长与发育

生长发育构成了生物界最基本最复杂的问题。单细胞的受精卵是如何发育成长的？单细胞又是如何成长为具有不同结构和功能组织的多细胞机体的呢？这些问题尽管深奥难懂，人们现在已比较清楚动物的发育过程。

受精卵变成复杂的有机整体的基本途径之一就是细胞分裂(见22页)，但细胞仅仅进行分裂还不够。个别细胞还要发生变异形成各种结构担当特定的功能，然后以特定的形状存在于各器官内。此外动物在成长过程中各部位的不同器官也要发生变异。

早期胚胎发育

卵子比其他细胞体积大，这是因为在胚胎能获得营养源前，卵子要向它提供其发育所需的养分(卵黄)。哺乳动物的卵较小，因为它的胚胎能在早期直接吸收母体的养分。水生哺乳动物的卵也很小，其胚胎能迅速发育成自食其力的独立幼体。鸟类和爬行动物的蛋则大得多，因为幼体在孵出前需要大量的蛋黄为其发育提供营养。

受精时，精卵细胞结合，遗传分子(DNA)互为补充，从而决定所产生的个体的特征(见22页)。受精前卵子相对迟缓，而受精后精子激活卵子并使其迅速发育。这时，细胞急剧分裂(卵裂，见插图)。细胞(裂殖细胞)每次分裂成两个。细胞分裂非常迅速，因此细胞的实际大小没有什么改变。

不同动物的卵裂方式不同。卵黄小的动物(如哺乳动物)的裂殖细胞大小相同，鱼类和两栖动物卵的下半部含有大量卵黄，因此其卵裂速度较慢。卵下部的裂殖细胞较大。鸟类和爬行动物的蛋黄更大，其卵裂只能在卵上部的一薄层内进行。

细胞在成长过程中变得越来越复杂。经过持续迅速的分裂，受精卵细胞最终发育成多细胞胚胎(囊胚，哺乳动物的胚泡)。胚胎内部是充满液体的腔体(胚胎腔)，外面是一层胞体。胚胎腔的形成是动物发育的重要过程。它外面的细胞成带状环绕着它。这一结构为胚胎的进一步发育(原肠胚的形成)奠定了基础。带状细胞相对运动构成新的形态，确立相互关系，最终形成三个细胞层：外胚层，内胚层及两者之间的中胚层。

原肠胚形成后，器官开始形成。这时，具有多种功能的器官(呼吸、排泄、循环、消化等)开始发育。不同的细胞层发育成不同的器官和组织。脊椎动物的外胚层最终形成外层皮肤和毛发。外胚层内褶皱发育成神经管，最终成为脑和脊髓。中胚层细胞形成皮肤的内层(真皮)、肌肉、骨骼、心脏、循环系统、肾脏和生殖系统。内胚层发育成消化系统和肝脏。内胚层细胞向外生长成袋状的呼吸系统。哺乳动物的各器官系统形成后，胚胎就成为了胎儿。

羊膜动物(哺乳动物、鸟类和爬行动物)的囊胚细胞不都发育成胚胎。有些细胞构成真正胚胎体外面的膜(见插图)。哺乳动物形成胎盘和外膜，这个膜包裹并保护着子宫内胚胎，然而爬行动物和鸟类的这种膜则用于呼吸并排出卵中的废物。

发育控制

每个体细胞基因组都是相同的，包含来自父母双亲的一套染色体(见22页)。但渐渐地处于不同位置的一些特定细胞开始了特殊的发展过程。而这种过程(决定)是不可逆转的。这时，所有细胞和它们的子细胞一起以同样的方式共同发育。在变异过程中，有些特殊基因活跃，有些基因缓慢。每种细胞内基因不同的活跃程度决定了细胞最终大小、形状及性能特征。

有些细胞未发生变异而成为干细胞，干细胞分裂替代和补充发生变异的细胞。脊椎动物骨髓中的干细胞可不断地补充损失掉的红血球和白血球。

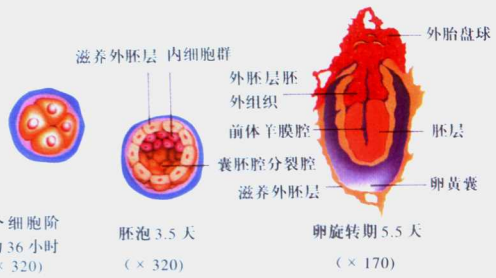
受精卵是全能的——它能形成身体中的全部细胞，大多数动物处于两个细胞裂球阶段时，如果细胞分裂，每个裂球仍可形成完整的胚胎。四个细胞和八个细胞阶段，裂球也是如此。但渐渐地裂球的活动受到了限制。囊胚期的哺乳动物已进入决定阶段，只有内细胞群才能发育成胚胎(见插图)。

是什么决定了细胞的发育途径呢？某些情况下卵子质内(见20页)的因素可能比较重要，因为分裂的卵子的不同部分形成不同的裂球，但更多情况下，是由细胞在胚胎中的位置及它与邻细胞之间的关系决定的。细胞所处的特定环境及细胞间的各种化学反应促使它有特定的发育途径。脊椎动物的胚胎处于原肠胚形成期时，各层细胞相互作用：如中胚层促使外面的外

鼠胚胎的发育

母鼠输卵管内受精卵不断分裂(裂变)最终成为由16个或更多细胞组成的球状物(桑椹胚)。约72小时后，桑椹胚进入子宫。再过一会，其内部会形成充满液体的腔体(胚胎腔)，这时卵成为胚泡。桑椹胚外面大部分地方由一层薄的细胞滋养外胚层包围。这层细胞最终成为外胚胎的一部分(胚胎外的结构)。但桑椹胚的一面有一些集中的细胞(内细胞群)，它们中的一些发育成胚胎。到第五天时，胚泡就已在子宫内壁着床。

当内细胞群向下移动进入胚胎腔形成卵黄囊腔时，胚胎进入卵旋转期。哺乳动物的卵黄囊内实际上没有卵黄，但这能很好地证明哺乳动物的祖先是爬行动物。鼠类的卵黄囊起着重要的作用，它能向胚胎提供一些辅助营养。内细胞群再次分成上下两部分。下层(胚胎外胚层)形成胚胎。上层(外胚胎内膜)的细胞群裂殖成外胎盘球，它与母体的血管相连，最终成为胎盘。



胚层变异形成神经组织。随着胚胎的发育，在新的位置出现新的细胞，它们的结构也更加复杂，这为细胞提供新的相互作用的机会，从而决定其他细胞的类型。

生　长

很难给生长下个定义，在不同情况下，生长指的是不同的过程。胚胎处于发育阶段时，最初的细胞不断分裂成越来越小的细胞，因此胚胎的总体大小没有增长。组织和器官的长大可能是细胞变大，数量增多的结果。

骨和软骨通过其细胞外物质的沉积而生长。在动物的一生中，骨头始终处于重塑阶段，其物质不断地被吸收和再沉积。有些组织细胞虽也进行分裂，其组织的大小却不变。这是因为细胞的死亡和细胞的分裂大体相抵。肝脏和皮肤等处组织损伤后还再生。但神经组织却与它们截然不同，在经过最初的生长阶段后，神经组织几乎很少进行细胞分裂，几乎没有再生能力(至少是哺乳动物)。

生命周期

动物由单细胞的受精卵发育成多细胞的成体的方式大不相同。有些动物经过不断的生长和变异而长大，因此哺乳动物子宫内成形的胎儿和长成的动物的形状相同，当然在以后的生长阶段，其身体的比例要发生变化。但许多动物的成长并没有这么简单，它们不是经过逐渐的生长和不断的变异而长大，相反的，它们要经过一个幼虫期，幼虫在结构和生活方式方面都与成虫截然不同。这种情况下动物是通过结构的改变(变态)而长成的。

经历幼虫期的动物既有脊椎动物又有无脊椎动物。脊椎动物的蝌蚪经过变形长成与其结构和生活方式大不相同的成体(青蛙)(见80页)。许多无脊椎动物都有幼虫期，而有些动物在长成前要经过几个连续的幼虫期。毛虫在蛹阶段长成蝴蝶(见62页)。昆虫、螃蟹等节肢动物坚硬的外骨骼限制了它的生长，因此它要经过不断的蜕皮而长大(见58页)。软体动物、棘皮动物和甲壳纲动物等许多水生无脊椎动物要经过几个截然不同的非寄生幼虫期，这些幼虫期有利于保证幼仔范围的扩大(散播)。

动物长成和生殖器官成熟标志着生长发育过程的高潮。新的一代又进行繁殖，生命循环变得圆满。

参见

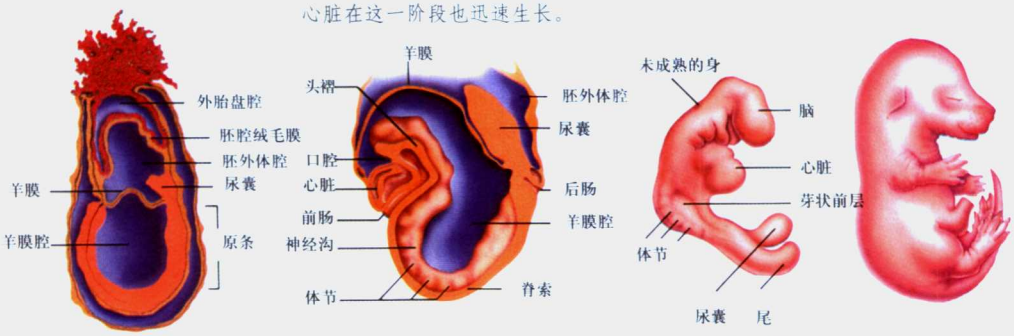
- 进化的证据 14页
- 细胞：生命的基本单位 20页
- 生命的蓝图：遗传学 22页
- 昆虫：生命周期 62页
- 鱼类：生命周期 75页
- 两栖动物世界 80页
- 爬行动物：生命周期 86页
- 鸟类动物：生命周期 94页
- 领地、交配和社会组织 156—159页
- 生物的节律 174页
- 性与繁殖 184页

羊膜形成后就有了羊膜腔，羊膜腔内部充满了液体，它把胚胎与它上面的外胚胎结构隔离开，并起缓冲震荡的作用。胚胎后部渐渐长出尿囊并伸入胚外体腔。尿囊下面是羊膜，上面是另一个膜—胚胎绒毛膜。尿囊与胚胎绒毛膜，外胎盘腔一起最终形成胎盘。胎盘把胚胎与母体供血系统相连，为胚胎提供氧气和养料，排出废物。大多数哺乳动物这一时期的胚胎在羊膜腔内自由移动，只有脐带把它与胎盘相连。但鼠类却不同。它后侧朝内，前侧被卵黄囊包围。

六天半左右胚胎内出现了原条，胚胎以它为中心迅速地生长，原条的前端发育成脊索，脊索是位于胚胎中心轴上的棒状结构，它是最初的脊椎。脊索的两边长出一系列成对的体节。这些体节最终成为骨骼和肌肉。到第7天的时候胚胎的后部渐渐长出一条与脊索平行的深沟—神经沟，它最终成为封闭的管状，这就是后来的中枢神经系统。此时的胚胎呈“S”型，面朝左，左右两边分别长出口袋状的前肠和后肠。前肠的进入导致了头褶的产生。这里的神经褶迅速生长发育暗示了脑部的早期形成。位于头褶前部的心脏在这一阶段也迅速生长。

在第8—9天时，胚胎进行了180度的旋转，形成弓形，这是所有哺乳动物共同具有的特点。原与卵黄囊相连的中层壁现与它平行成一管状结构。中肠与前肠、后肠连结在一起，两端渐渐形成开口，分别形成嘴和肛门。

幼鼠在受精后20天左右出生，出生时眼睛尚未张开，身上也无毛发。出生后10天，全身就覆盖了毛发，再过一两天眼睛睁开，6—8周大的成鼠就有了繁殖能力。



原条阶段 7.25 天 (× 125)　第 8 天的胚胎 (× 60)　第 9 天的胚胎 (× 45)　第 16.5 天的胚胎 (× 9)

感觉与知觉

动物通过感觉感知外界与身体内部的情况。传感细胞把收到的感觉刺激形式的信息转化为神经脉冲传入中枢神经系统(见182页)。动物还可感知传入大脑的感觉信息，从动物行为的变化就可看出这一点。有时还会在脑中形成影像（感觉知觉），但这在非人类动物身上很难研究。

不同的感觉细胞对不同形式能量的敏感程度不同，从而产生不同的感觉。传感器对化学能的反应形成味觉和嗅觉，而视觉传感器则对光的电磁能敏感。一般情况下同种感觉细胞组成感觉器官。相关的感觉细胞对不同情况，如不同光色或不同声频越敏锐，感觉器官就越精确、敏感。动物通过把不同位置的两组或更多组细胞传来的信息进行比较来确定刺激源的空间位置。

感觉信号

刺激传入感觉细胞后，细胞中的电势发生变化。刺激的强

一些雄蛾，如图中的寰椎蛾对信息素这种化学信号极其敏感。其触角内的感觉细胞可感知几公里外雌性发出的性信息素分子。

许多鲇鱼和其他水底生活的鱼类嘴部周围的肉质触须触觉极其敏感，上面长有大量味蕾，鱼类在觅食时用触须来感知水底的泥沙及其他沉淀物。

弱不同，势能也不同。势能的变化传遍整个细胞甚至传入邻细胞，从而产生神经脉冲。刺激的强弱决定了神经脉冲产生的快慢。

在刺激的整个过程中都有可能产生脉冲(全段反应)，也可能只在刺激开始时产生(阶段反应)。但不是所有器官都能如实地反应刺激持续的时间。如我们穿衣服后不久，作为这个过程(适应)的结果，穿衣服的感觉就消失了，这样神经系统就不必承受过多不必要的信息。还有一些感觉细胞存在全段兴奋现象，如温度感受器在温度发生变化时会迅速产生脉冲，然后再根据实际情况持续缓慢地产生脉冲表明温度范围。

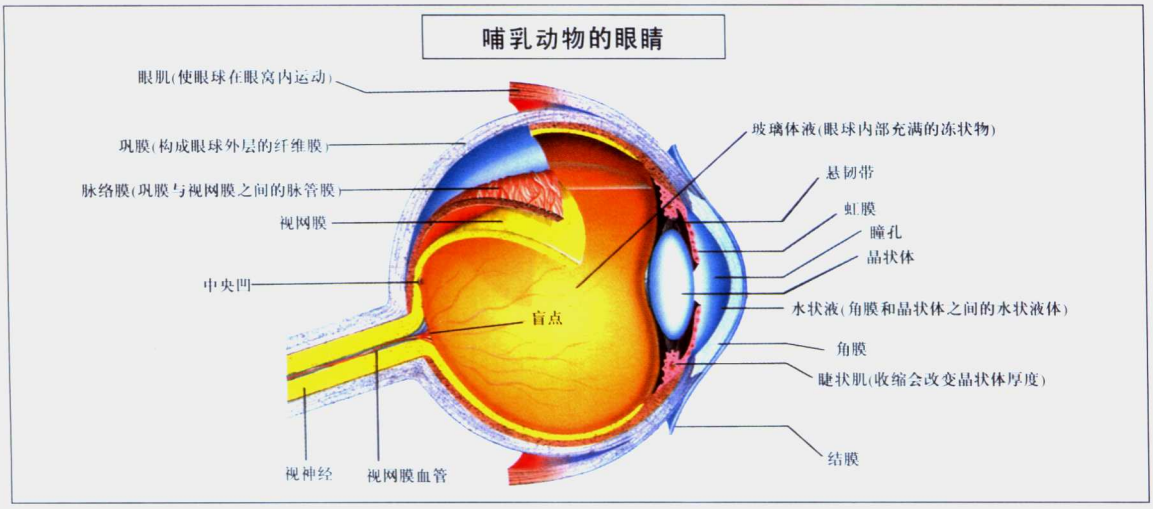
细胞收到的最弱的刺激叫临阈极。此时的刺激可能非常弱：脊椎动物眼内的传感器只对几光子的光做出反应，而哺乳动物的耳朵可感觉到使其耳内膜发生振动的声音，尽管振动的范围只有氢原子的直径那么大。

周围感觉细胞传出的脉冲可刺激或抑制相关感觉神经元(神经细胞)的活动。这些细胞相互作用结果使信息进入大脑前后被加工。较集中的感觉神经元能感知出复杂的刺激，如卷曲的边缘，运动的方向或某种特殊的声音。对某一特定刺激做出反应的细胞被称为特征检测器。

味 觉

所有机体(包括细菌和原生生物)对化学刺激都很敏感(化学感受)。动物对味道的感觉(味觉)主要用来感知食物，这时感觉器官要与化学物质接触。如感觉源较远，动物就要使用嗅觉器官。

无脊椎动物的味觉细胞可能在身体的任一部位——线虫的味觉细胞在口腔附近，章鱼的味觉细胞在触须内，蜗牛的味觉细胞在触角上，昆虫的味觉细胞在腿部。味觉细胞在感觉器中聚集成束，并有很长的末端突起(树突，见182页)，这个突起一直延伸到皮肤或角质层内的共同开口处。昆虫的开口可能是角质层内的一个坑或是具有感觉的长的毛发的顶端。家蝇(双翅蝇)的感觉毛发内有4种化学感受细胞。每种细胞都对某种特殊化学物质极其敏感——水、糖、盐的阳离子和阴离子，但也会对其他一些化合物产生反应。在4种细胞的共同作用下，昆虫能辨认出大量的不同物质。脊椎动物的味觉感受器一起构成味蕾。味蕾通常位于舌部，但也可能位于上鄂或咽部，一些生活在海底的鱼类的味蕾生长在与海底接触的胸鳍的凸出部位，而鲇鱼(见插图)的味蕾长在具有感觉的触须上。人类能辨别4种基本味道——酸、甜、苦和咸。舌头的不同部位能强烈地感受不同的味道。脊椎动物不同感觉细胞对特定的化学物质尤其敏感，对其他的化学物质则不太敏感。所有感觉细胞共同发挥功能，动物便能辨认出大量物质。



嗅　觉

动物通常依靠嗅觉器官来感觉远处的食物、捕食动物、配偶、迁移地标志及自己的家。昆虫的嗅觉感受器大多生长在触角内。每个触角内有4万—20万个感受器。感受细胞可能是单个起作用，也可能是成群发挥作用。带有分支的末端树突伸展到角质层中一个充满液体的突起物内，这个突起被上千个微孔穿过。一些气味特化细胞仅对一种化学物质(通常是信息素)做出反应(见152—155页)，而且反应极其强烈(见插图)。雄蚕蛾的信息素专化细胞只对雌性信息素内的某一种分子发生反应，而动物能对200种分子作出行为上的反应。另一些细胞只对较少的物质有反应。但有一些广谱细胞反应的范围较大。在它们共同作用下，动物可对大量的不同化学物质做出反应。

脊椎动物的嗅觉感受器位于腔内。许多鱼类的嗅觉感受器是位于头部的盲端鼻液囊。肺鱼和所有高级的脊椎动物的鼻液囊向内开口于咽，因此水或空气可以不断流过感觉细胞。而呼吸空气的动物感觉细胞则是浸在粘液中，溶解于水或溶化于黏液中的化学物质与生有许多细小突起(纤毛)的细胞的末梢接触。单细胞(相当于昆虫的广谱细胞)看上去可对大量不同的化学物质作出反应，但却对不同物质采用不同方式。脊椎动物中还没有发现气味特化细胞。

哺乳动物的嗅觉膜位于鼻子顶部。对嗅觉敏锐的野兔、狗等动物，嗅觉膜有许多褶皱以增加表面积和感觉细胞的数量。人类的嗅觉膜面积为5平方厘米(3/4平方英寸)，包括约500万个嗅觉细胞。而德国牧羊犬嗅觉面积为150平方厘米(23平方英寸)含有将近22亿个嗅觉细胞。

许多陆地脊椎动物具有一个次级嗅觉区域——犁鼻器官，位于鼻子下部或口腔上部。在如老鼠、荷兰猪或猫类的哺乳动物中，这似乎与性信息素的探知有关。蛇对于气味的探知是由嵌入口腔顶部嗅觉器官开口处的舌来完成的。

温度感受器

目前对温度感受器的机制我们还不完全了解。一些昆虫，尤其是寄生在哺乳动物身上的壁虱类能够感受到极小的温度变化。某些鱼类的温度感受器位于头部或充满胶状物罗氏壶腹导管的根部。哺乳动物及鸟类的温度感受器位于皮肤、舌部、中枢神经系统及深层器官。哺乳动物有两种温度感受器，一种是热感受器，感知22—45℃(72—113°F)之间的升温变化；一种是冷感受器，感知12—35℃(54—95°F)之间的降温变化。后者可对45—50℃的温变作出反应，这可能引起高温下的冷幻觉。

光感觉

捕捉光的能力取决于存在于光感接收细胞中的一种特殊分子——光色素。它吸收光能并改变其形态，最终导致通过细胞膜的电能的变化。不同色素吸收波长从400纳米(紫光)—700纳米(红光)的不同波长的光，因此这一光带被称为可见光谱。但昆虫却能捕捉紫外光区的短波。最为熟悉的色素叫紫红质，存在于脊椎动物的视杆细胞中(见下文)，吸收光的范围很广。

动物界普遍具有光感受器。裸藻等原生动物在鞭毛的基部有一个感光色素点，凭此而游向亮处。某些动物，感光细胞仅存在于身体表面，但更多动物的感光细胞集合成群以眼睛的形式出现。最简单的感光结构便是单眼，由一组细胞汇集在一浅坑处形成。这种器官可以捕捉光的强度，有时也可辨别方向。从腔肠动物(水母)到昆虫的无脊椎动物大部具有此种结构。

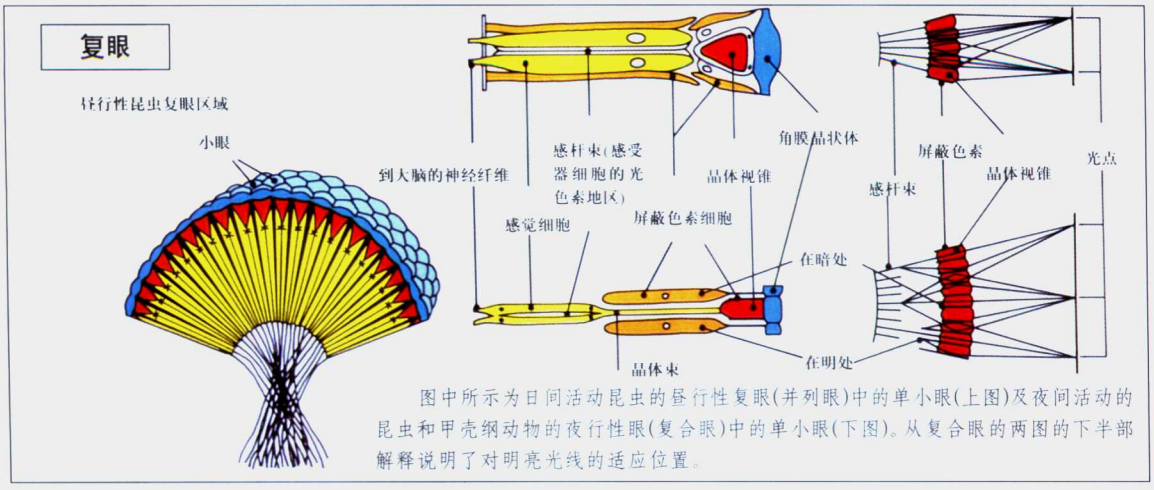
真正的视觉是完成对光源的成像功能，有多种方法可以达到这个目的。在某种方式上，这与针眼相机的原理相似，一束光通过狭小的孔径(针眼)射到其后表面弯曲成弧形的感光板上，板上排有一列光感接受器。

彩色视像

1802年英国物理学家托马斯·扬提出既然三原色(红、黄、蓝)可以组合出整束光，眼睛内的感受器也应分别对这三种光敏感。三种感受器的共同作用可使眼睛感知不同的颜色。1964年人们在金鱼的视锥细胞中发现了分别对蓝、绿、红三种颜色最敏感的三组色素。因此托马斯·扬的理论(被称为三原色觉学说)得到了证实。

对人来说，类似的基本颜色是蓝、绿、黄。每种视锥细胞电子信号的输出量取决于所吸收的光能。而三组视锥细胞对电子信号反应的比例决定了人眼对颜色的感知。如眼中不存在某种视锥细胞或它不能发挥正常功能，那一颜色的视像就会受到影响。最普通的色盲就是不能区分绿色和红色。昆虫的彩色视像原理与人类相同。

昆虫还能辨别紫外线。其小眼中的不同细胞对不同波长的光敏感。有些细胞还会对光的偏振平面做出反应。因为这一能力，即使云遮住了太阳，昆虫也能在小片天空中找出太阳的位置。



图中所示为日间活动昆虫的昼行性复眼(并列眼)中的单小眼(上图)及夜间活动的昆虫和甲壳纲动物的夜行性眼(复合眼)中的单小眼(下图)。从复合眼的两图的下半部解释说明了对明亮光线的适应位置。

脊椎动物的眼睛

在脊椎动物中，感光板及其有关细胞——视网膜——位于眼球内部(见插图)。可视光穿过成曲状的外部角膜以及晶状体，再通过屈光将光线聚集到视网膜上，形成一个倒立的影像(通过大脑，将倒影颠倒过来)，每个光感受器都接收来自图像的一部分光。晶状体通过肌肉可以运动并改变形状，由此调整眼睛以适应或远或近的物体。角膜与晶状体之间是虹膜和一个中间有孔的不透明区域——瞳孔，瞳孔可以调整进入眼部的光线。遇到强光，虹膜的肌肉收缩，瞳孔缩小。若光线暗淡，瞳孔扩大，以便于更多光线的进入。

许多脊椎动物的视网膜有两种不同的感光细胞 视杆细胞及视锥细胞。小一点的视锥细胞负责彩色视像(见插图，189页)，大都集中在正对瞳孔(中央凹)的一小区域。人类的视锥细胞密集在这一区域，可辨别一些细微的东西如印刷品等，但只限在明亮的光线下。视杆细胞主要位于视网膜的外部区域，可在较暗的光线下发挥作用，但不能像视锥细胞那样做出精确的辨别。一些动物，例如鸡，视网膜中只有视锥细胞。而其他种类，包括非灵长目的哺乳动物，只有视杆细胞，因此没有完整的彩色视像。

复 眼

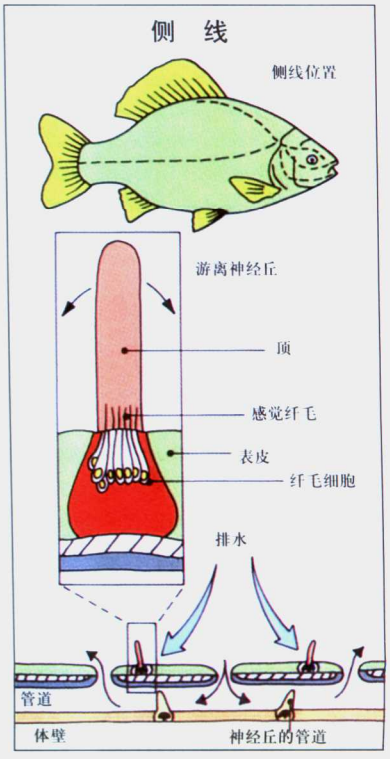
在甲壳纲动物、昆虫以及其他节肢动物体中却存在着一种不同的成像机制：复眼。复眼由若干个排列在一个半球体上的被称作小眼的视觉单位构成。每个小眼都接收来自可视区不同部位的光线(见插图)。每个小眼由一个晶状体组成，晶状体后部是一组6—8个光感细胞，细胞成环形围绕着小眼轴心，内部边缘含有光色素。

日间活动的昆虫，小眼与小眼之间由一条光吸收色素带(非感光的)隔开。其作用为小眼周围的不透光保护带。而小眼也因此成为独立的单位，只对整个图像中的一小点成像。而整个图像是由微点构成的一个嵌合体，像书中印刷的照片。一些甲壳纲动物及夜间活动的昆虫有另一种复眼，复眼中晶状体与感光细胞由一清澈晶状束隔开。每个小眼周围的视色素在明亮的光线下可扩展为一个完整的环套或在暗光下收缩以便于让小眼的感光细胞通过晶状束从邻近的小眼收集光线。这样可以提高眼睛的采光能力，使其在暗光中更好地发挥作用，但却降低了图像的清晰度。

触觉和压力

对机械能敏锐的感受细胞(机械感受器)对由压力、运动、振动或声波引起的可变细胞膜的扩展或变形作出反应。有些机械刺激感受器仅仅是皮肤表面的裸露神经末梢，对触觉与压力产生反应。但其他一些类型的感受器具有复杂的附属结构，能判明细胞作出反应的刺激类型。

脊椎动物体内这种复杂的附属结构位于耳内及相关器官中。这样才能接受到声音、重力及运动刺激(见下图)。脊椎动物及水蛭等非脊椎动物，外界压力及触觉刺激皮肤中的裸露神经末梢。而哺乳动物可以采用不用机械感受器末端的其他方法来感受外界压力及触觉。帕西尼细胞(如指尖中)是由类似洋葱的同心膜层组成，可对压力及振动产生反应。对于节肢动物，机械感受器细胞是与连接角质层中的坚硬茸毛相连的。这样，任何触动茸毛的外力都可刺激感觉细胞。哺乳动物的毛发及鸟类的羽毛对触动或压力所作出的力的转移反应与此类似。

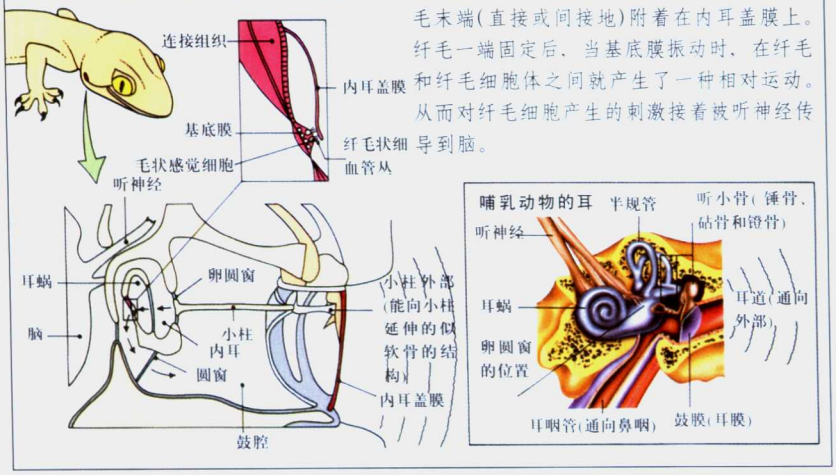


平衡与运动

各种感觉信息，包括来自眼睛、皮肤和肌肉感受器的输入信号，可用来测定有关环境的位置。许多动

脊椎动物的耳

所有的脊椎动物都通过位于头内部近脑的内耳迷路来察觉声音。陆生脊椎动物，从两栖动物到哺乳动物，听功能的原理基本一致。以蜥蜴的一只耳作为典型例子。声波在鼓膜处(耳膜)引起振动。由一根骨(小柱)传导入卵圆窗，即处于内耳里的一片小膜。在内耳的听觉部分(等同于人类的耳蜗)，振动在基底膜处被扩大。通常基底膜是一个固着着许多纤毛感觉细胞的被拉长的结构。纤毛细胞的纤毛末端(直接或间接地)附着在内耳盖膜上。纤毛一端固定后，当基底膜振动时，在纤毛和纤毛细胞体之间就产生了一种相对运动。从而对纤毛细胞产生的刺激接着被听神经传导到脑。



物具有一种对重力十分敏感的特殊器官。其中最简单的一种是平衡器——突起的茸毛或纤毛的细胞围成的液体腔。一团密集晶体(通常是沙粒或含钙的分泌液)胶连在一起形成一个重力平衡面，压在纤毛上，使其弯曲因而刺激在某一特定区域的感觉细胞。大多数无脊椎动物都有平衡器(但昆虫没有)。龙虾是在每个触角的根部都有平衡器。这个器官还有感觉茸毛，它们彼此以适当角度镶嵌在两个液体管道中。当动物运动时，管道中的液体由于惯性而滞后，因此压迫茸毛弯曲而发出不同平面上角加速度的信号。

脊椎动物中有两个耳石器官能探测重力与运动，它们与半规管(探测角加速度)和内耳蜗(探测声音)一起构成内耳的迷路。所有这些结构都有相似的茸毛感觉细胞，细胞上的茸毛与一层附在其上的胶膜相连。在耳石器官中，该膜含有碳酸钙晶体。茸毛细胞分布在两个液体腔的腔壁上不同平面中的两三个小区域，对特定方向的运动敏感，从而测定与重力有关的位置。

三个分布在不同平面上的半规管连接在两个耳石腔上部。半规管与上腔相连部位有感觉纤毛细胞，纤毛嵌在三个胶状顶(杯状结构)上，三个胶状顶横置于各半规管腔内。当头部在一个特定平面加速时，管腔内液体由于惯性作用而滞后，对胶状顶有挤压作用并弯曲所附的纤毛。这三个管腔器官的联合反应就提供角加速度方向。当液体在管腔内的流动速度与头部的速度相同时，胶状体的位置得到了恢复，加速的感觉消失，因此发出匀速的信号。

在水中，鱼还有一种叫做侧线系统(见插图)的感觉系统来察觉周围世界的活动或振动。它由一群群的纤毛细胞组成，它们向水中突出或突向充满液体并与水相通的管腔。每群细胞的末端嵌入腔里依靠外部液体的进出而活动的胶状体上。

声　音

只有昆虫和脊椎动物才具有觉察声音的能力。昆虫通过感觉纤毛，如蟑螂腹部尾须上的纤毛(感觉附器)，能感觉到低频声音。更复杂的感觉细胞叫做弦音感觉器，能觉察振动或体内两部分间的相对活动情况。这类细胞长在雄性蚊子特殊器官的触角基部，能够察觉雌蚊拍打翅膀的声音。在其他昆虫身上，如蝗虫和蛾子，它们附着在随声波振动的膜上。一些蛾子，仅使用两个感觉细胞来感受捕食它们的蝙蝠叫时发出的超声波。蝗虫生有不同种类的细胞群，对不同声音频率做出反应。

较低级的脊椎动物，如鱼，是通过耳石这种器官来觉察声音的(见上文)。声音振动腔室壁，并可以直接从水中通过体内组织传导出去，也可以在鱼鳔处产生振动。一些鱼，包括米诺鱼和鲇科鱼，从鳔到内耳生有一系列的鱼骨。

对于陆生脊椎动物(见插图)，声波通过直接振动位于头部表面上或附近的圆形鼓膜或耳膜进入内耳。对于哺乳动物，振动是通过一连串的三块小骨或听小骨(锤骨、砧骨和镫骨)传到内耳。至于其他的陆生脊椎动物，声音振动只需通过一块骨头(小柱，相当于人耳中的镫骨，有时会像软骨一样伸长)，即可传入内耳。小柱的内侧一端(或骨链)邻近一片小膜(卵圆窗)，声音振动经这片膜传导到内耳，并刺激具有感觉功能的纤毛细胞。振动达到鼓膜后，通过继续传导到更小的卵圆窗和哺乳动物骨链的杠杆作用而被放大。据信对于海洋哺乳动物来说，声音是通过下颚和紧接着的硕大的躯干传达到中耳或内耳的。

两栖动物有两组对声音敏感的纤毛细胞，位于含有耳石膜的腔室内。爬行动物、鸟类和哺乳动物中，纤毛细胞感觉器排列在耳蜗里基底膜上(见插图)，膜长等于拉长的耳蜗长度。耳蜗是腔室里带状的管。哺乳动物的耳蜗是盘绕的。

哺乳动物的整个基底膜以100—1000赫兹的低频振动。这样，所有的纤毛细胞都受到了刺激，以超过大约1000赫兹的频率振动。基底膜产生一系列猛烈的波动。这种波动以最高振幅在耳蜗的基部达到较高的频率，在耳蜗上部达到较低频率。因此，通过膜的整个或不同部分对声音作出反应的振动程度，哺乳动物能够识别音高。

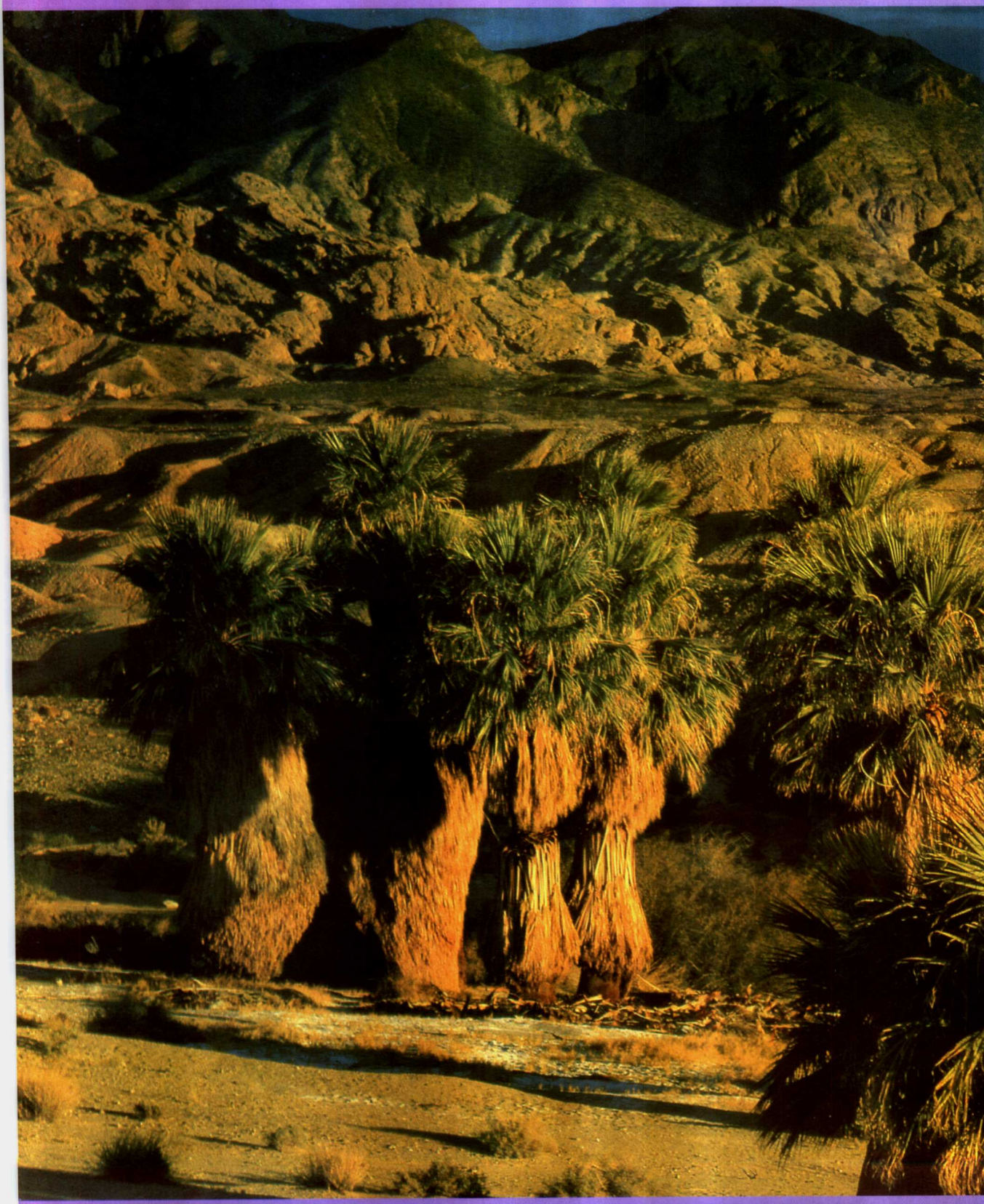
参见
· 动物的交流 152 页
· 神经系统 182 页

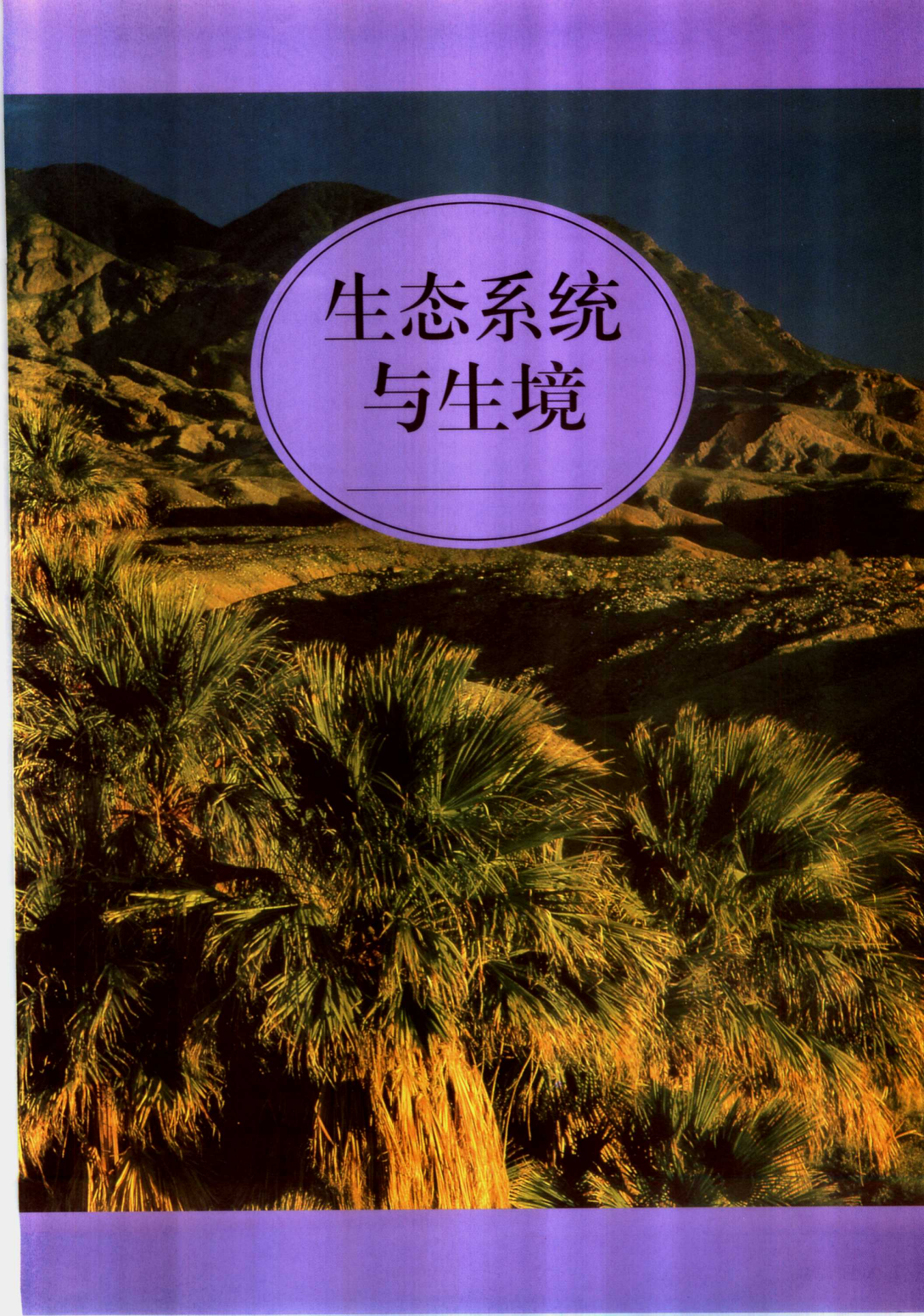
第六感觉

一些鱼产生电流以达到交流或导航的目的，并且能通过对电能敏感的特殊细胞感受器(电感受器)察觉出电场中的变化。这些细胞遍布头部和身体，位于小凹陷内，借皮肤上的小孔与外部世界相通。最敏感的感受器位于罗氏壶腹内，即位于头部上胶体填充的管内，它们能对电场中仅有的几毫伏的电压变化作出反应。扁喙的鸭嘴兽也能觉察到可能由它的无脊椎猎物的肌肉收缩引起的电场变化。它的探测器位于喙上皮肤里，也在胶体填充的凹陷处。

一些响尾蛇科毒蛇，包括响尾蛇，能探知从它们的猎物哺乳动物体内散发出的红外线辐射。就在眼睛下面的小凹陷，含有能感知高于0.002℃的温度的细胞。位于小凹陷处的毛状感觉分布区互相交叠，使这些动物能判断它们猎物的位置和相隔距离，并能在黑暗中准确地向仅距离40厘米(16英寸)远的老鼠进攻。

各种不同的动物，包括蜜蜂和鸽(见171页)能够感觉磁场，并能利用磁场指引飞行。它们体内特殊的感受细胞可能具有这种功能，但这些细胞尚未被发现。





生态系统与生境

生物圈中的能量关系

所有的动植物都相互依存，并不断地与周围其他有机体相互作用。当偶遇同类时，每个个体都能作出相应反应。它们可能在进食和繁殖（求偶与交配）上合作，但为争夺食物和潜在配偶，它们也相互攻击。这些由同种生物个体所构成的群体称作种群。

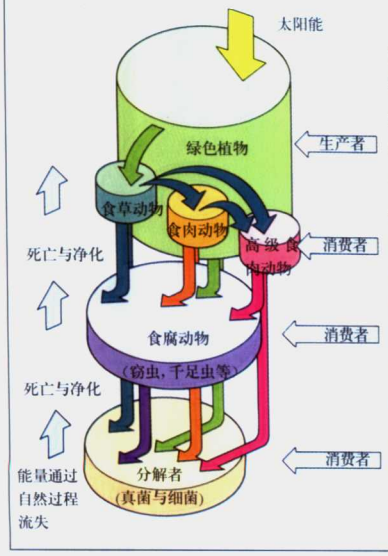
种与种之间也相互影响。对于一个动物来说，一种植物可能代表一种食物来源，而另一种植物却能给它提供保护和繁殖的场所；其他的动物既可能是食肉动物，也可能是食肉动物的猎物。它们既可能为生存空间或食物而竞争，也可能互不干涉。食草动物对植物构成一大威胁，是有害的。而其他动物却可能作为植物传粉或传播果实的媒介物，是有益的(见42页)。生活在同一地区的各种动植物总称为群落。

生态系统模型

有机体与其存在的环境互相影响。一个地区的气候影响了动植物的有效存活和成功繁殖(见10页、198页)。一个地区的地理情况决定了它的景观和土壤的形成。这些因素反过来又控制了各种化学物质的分布范围和丰富程度。一切动植物都需依靠这些化学物质完成生长发育和维持生命的过程(见6页，31－33页，196页)。因此生态学家把动植物群落及其生活的无生命环境一起所构成的复杂系统称作生态系统。生态系统各个环节刻画了我们星球的特点。它们形成生物圈，即地球表面一切生命形式存在的圈。它本身也自成一个巨大的生态系统。

实际上各个生态系统彼此相互依存。各生态系统为生态学家的研究工作提供了有价值的单元。通过对生态系统的研究，获得了有关自然界运行规律的很多有用的观测资料。例如，研究贯穿生态系统的能量流动，有助于解释生态系统的运行方式，同时也常常提供系统运营达到最佳状态的线索。研究生态系统中各种化学物质的移动(养料循环图，见196页)，有助于理解剪除某些系统中的组成部分(例如修剪草坪或砍伐森林中可做木材的树木)的后果。因此理解了生态系统中能量的流动和物质的转换方式对于系统的管理和保护都具有价值。

能量在生物圈中的流动



能量以太阳能的形式进入生物圈，初级生产者，主要是绿色植物，利用光合作用使用这种能量。通过这种反应，大气中的二氧化碳就转化成有机的糖类。实际上，其他所有的生物：动物、真菌及大多数的细菌——都是消费者，但是，最终还要依赖植物有机物对它们的供养。

生命的能量

地球上，生命的存在和维系依赖于能量不断地供给，这来自到达地球上的太阳光提供的辐射能量。然而，并非所有现存的有机体都能直接地利用这种能源。一只昆虫或一只蜥蜴可能在温暖的阳光下舒服地取暖，体温随之升高，于是更加活跃起来(见87页)，但这并未提供维持和推动动物细胞及器官运行所需的能量。这些能量的获得依靠细胞的呼吸作用(见21页)，即动物把贮存在体内由进食活动摄取的养料转化成的富含能量的物质分解。动物进食方式很多，但归根结底，它们要依赖能从太阳光获得能量的绿色植物来获得食物。

绿色植物通过光合作用的过程吸收太阳能(见31－33页)。在这个过程中，大气中的二氧化碳转化成富含能量的糖分子。虽然一些糖被植物直接用于为其生长或从土壤中吸收养料提供能量，糖也用于植物结构的生成(例如细胞壁的形成)或以淀粉(化学结构上是以一串连接起来的葡萄糖分子链)或一种油(如油菜的菜籽油)的形式贮存起来以备后用。光合作用用途广泛，但这一过程最为显著的成果是植物的重量增加了。

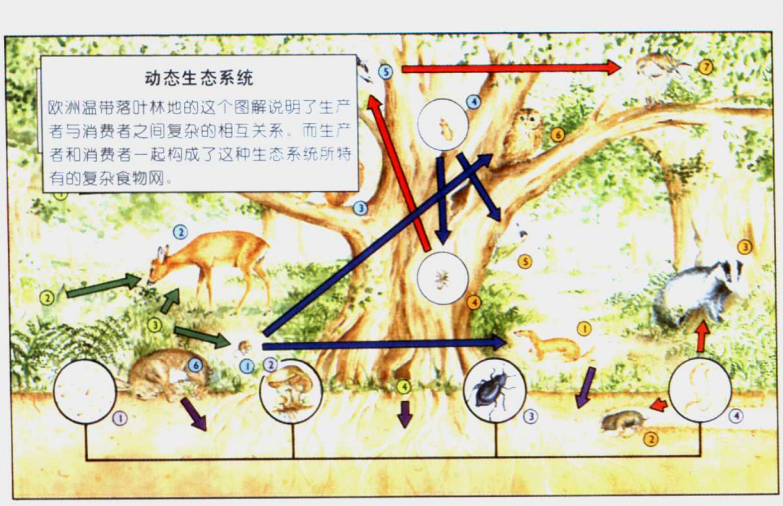
测定生产率

测定一个生态系统中能量输入的最佳方法是记录在特定地区、测定时间内植物重量的增加值。这个增加值称作这种植物的初级生产率，以每平方米的千克数(kg/m^2)为常用测量单位，还有其他几套便利的测量单位。为避免植物体内各组织(根据近来它们是否吸收了水分而定)中含水量不断变化所引起的混乱，植物在称重之前，其标本常经过干燥处理，所得的结果计为干重。还存在一个问题，即较之其他物质，有些物质更富含能量，例如一定重量的植物油就比同等重量的植物纤维物质含更多的能量。克服这一困难可使用能量术语，例如以千焦耳每平方米每年作为计量单位来表示所测结果。

初级生产率是植物吸收太阳能的比率。而一个生态系统中在特定时间内(每单位地面面积)存在的物质数量，叫做生物量。这个词既适用于植物又适用于动物。不同类型的生态系统的生产率差异极大(见方框)。

食物链和食物网

在生物圈中，植物是所有其他能量反应的基础。植物自己生产养料，它们是生产者或自养者。动物、真菌和大多数细菌，依赖植物生产的有机物质维持生命，它们是消费者或异养者。一些动物(食草动物或初级消费者)以活的植物组织为食，一些动物(食肉动物、二级或三级消费者)捕食其他食草动物或



参见
· 什么是生命 6页
· 气候因素 10页
· 细胞 20页
· 细菌 24页
· 植物的功能 31页
· 真菌 35页
· 种群动态 172页
· 生物圈的生物地理化学循环 196页
· 气候和植被 198页
· 生态系统 200—221页

食肉动物，而食腐动物却从植物或其他动物的残余死尸获取能量。而在最后的分解过程中，某些真菌和细菌——分解者——利用每一死亡物质尚存的可用能量生存。

能量按次序从一个有机体传到另一个有机体，例如植物→食草动物→食肉动物→顶级捕食者。这叫做食物链，链上的每个进食环节都是一个营养级。存在于生态系统中的营养级的数目是有限的，甚至在一个复杂的系统中，也很少有超过五个的情况。这种有限的数目是由于能量在每个传递阶段都有损失造成的。另外，这些食物链若增长会导致生态系统的不稳定。即便如此，在一个生态系统中，进食关系通常比直接的能量直线运动，就像一条简单的食物链所表明的那样，要复杂得多。一种草食动物常以几种不同种类的植物为食，而食肉动物可以很多不同种类的动物为食。许多有机体是杂食的，能在多个营养级摄取能量。所以一个复杂的食物网，而不是一条线型食物链，更能准确地描绘出一个生态系统中能量流动的实际状况。

生态系统内能量流遵循着物理定律中有关能量交换的原则，即热力学定律。热力学第一定律叙述的是能量不能被创造或毁灭，因此原则上总能描画出一张有关贯穿生态系统的能量流的平衡图表。热力学第二定律说明的是能量转化方式总是效率不高，并伴随着能量损失。当动物消耗植物时，可获取的能量中只有一部分，通常只有大约10%，进入到消费者体内。剩下的能量贮藏在不能消化的物质里损失了或在呼吸的过程中以热量的形式散掉了。这条定律应用在生态学上表明，在一个生态系统中，能量每经一次转化都有损失，可利用的只有较少量。因此从一个较低营养级到下一个较高营养级，有机体个体往往越来越少，而生物量也越来越低。这也有例外存在，即在水生生态系统里，鱼能获得比支持它们的微生植物（浮游植物群落）高的生物量，原因是水中植物物质周转快，因此虽然可获得的能量在某时刻可能不高，但是能量供给始终保持充足。

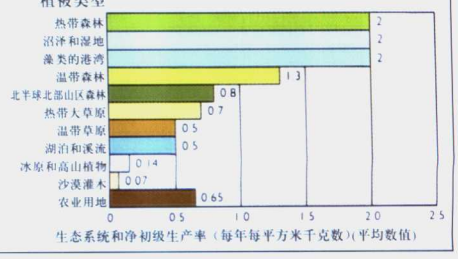
多样性与丰富性

一个生态系统中所发现的生物种类数量叫做生态系统的丰富性，有时也叫多样性。但实际上只有当既要考虑不同生物种类的丰富性，又要同时考虑其种类的数量时，才使用多样性这个词语。决定生态系统生物种类丰富性与多样性的因素还不太为人所知。总能量通过初级生产过程进入生态系统，这通常与生物种类的多样性有关，如热带雨林的情况（见200页）。但一些生态系统如芦苇沼泽，生物种类并不多，但利用太阳能生产食物的能力却很强。另一个影响生物种类多样性的因素是植物复杂的结构。若植物在不同层面上所占空间的安排很复杂的话，如热带森林中的情况，通常对于动物来说就有更多的机会选择多种多样的生存途径。换句话说，在这样的生态系统中，存在着更多的生态的小生境。生态小生境指在一个生态系统中，一种生物所处的生活地位，包括它以什么为生，它何时进食等等的综合情况。一些生物种类（最显著的是人类）有很广泛的小生境，并采用多种的生存策略。其他生物种类高度专一化，因此占据狭窄的小生境。不同种类的生态系统常包括大量的生物种类，每种占据一个狭窄的生态小生境。

一种生态系统的稳定性曾经被认为与它的多样性相关。具有多样性的生态系统被认为能在遭受损害（如损失某种生物种类）后幸存下来，因为它的复杂性允许系统中的捕食者转而寻找其他的食物来源。但实际上，种类多样的生态系统可能是不稳定的，并且对干扰十分敏感，如热带森林，它容易受到毁坏而难以恢复（见201页）。另一方面，简单的生态系统能够更快地从失调中恢复过来。

生态系统生产率

不同生态系统的净初级生产率差异很大。净初级生产率为自养者吸收的物质总量减去自养者呼吸时损失的物质量所得的差值。森林、沼泽和港湾是生产率最高的生态系统。从热带地区（高梯度）到两极地区（低梯度），生产率呈明显的梯度变化。



生物圈的生物地理化学循环

能量以太阳能的形式进入生态系统，从一个营养级流向另一个营养级，贯穿整个系统。最后，以热的形式散回环境里去(见194—195页)。动植物生长发育所需的物质在生态系统中的运行却别具特点。虽然总有一些化学元素从生态系统输入或输出，大多化学元素一般保留在系统中。一经使用后即可循环。因此，当我们提及能量流时，常用营养循环来描述生态系统中营养的移动情况。

有生命的有机体需要范围广泛的多种元素维持自身生长(见6页、20页)，它们通过所依存的非生命环境或所吃的食物来获得这些元素。其中一些元素(如碳、氢、氧、钙和磷)的需要量相对很大，而其它元素的需要量则相对较小。

获取养料

植物主要是通过根部从土壤中获取它们的矿物质养料，而它们很容易从大气中得到碳和氧(见31—33页)。对于所需的一些元素，植物从某些土壤中得不到充分的供应，因此在这些条件下就存在如钙、磷、氮、钾和铁诸元素的匮乏。植物生长在营养贫乏的环境里，如沼泽和欧石南丛生的荒野，常能积累低浓度的养料，并能在叶子死去掉落前，吸收并贮藏叶中的营养。

动物主要依赖食物供给所需的基本元素(见178—179页)，因此正如它们凭借植物来获取所需的能量一样，动物也直接或间接利用植物来满足它们对养料的需要。然而，它们可能发现一些需求量比较大的元素，如骨骼和一些软体动物的壳所需的钙，不能得到充足的供给。同样道理，植物不需要的钠元素正是动物所需的维持神经功能的重要元素。食草动物常常通过饮水、吃土、舔岩石摄入盐(氯化钠)，很容易地补足了钠元素的不足。但在有些情况下，所需元素并不能获得充足的供应。不足部分必须用其他方式补足。对于人类来说，营养缺乏会造成身体处于不适状态，如甲状腺肿是由于在世界某些地区碘缺乏引起的。

动物直接或间接地从植物吸收大部分所需的矿物质营养。然而有时会有特定矿物质缺乏、必须补足。在加拿大中部的某些地区，例如麋，在夏季几个月以吃水生植物来获取所需的大多数钠元素，因为这些水生植物比大多数陆生植物更富含钠元素。

营养循环

幸运的是，组成生物有机体的这些元素随着有机体的死亡可以通过分解过程被释放回环境中去。因此生态环境中存在的生物量被认为是一个元素储蓄器。生物量的增长表示元素从无生命物质向储蓄器转移，而生物的死亡和腐烂却为元素的循环提供了一条“归途”。通过分解者(某些细菌和真菌)的活动，动植物组织中的元素常在土壤中被分解，释放回环境中去，同时分解者获得了所需的能量(见195页)。被释放出来的这些元素通常以比较简单的化合物形式存在，其中残存着一点能量，如二氧化碳中的碳元素，氨气中的氮元素。其中一些可能从生态系统中以气态或可溶性物质的形式散失到土壤的水分中去。

当土壤排水时，其中的元素散失到水中。这一过程称作沥滤，是营养循环的一个重要方面。有机质(腐殖质)含量高的土壤或粘土一般比沙质等含腐殖质少的土壤能更好地保持营养，因为粘土和土壤中的腐殖质颗粒有能力与溶解在土壤水分中的多种矿物质元素结合。然而这些结合相对松散，当植物的根部(以及与其相联系的微生物细菌群落)从土壤中获得营养供给时，能分解这些结合物，并从中吸收各种元素加以重新利用。

在每个生态系统中，当土地排水时，水进入地下深层的蓄水层中或流进溪流和河水中去时，不可避免地要产生一些元素的流失。若这种损失处理得不好，生态系统营养储备会逐渐地变得匮乏，越来越难以满足动植物的需求。然而，同时又会有来自各种新的供给途径的(即来自降雨和土壤下的岩石)营养进入生态系统。在正常的情况下这足以弥补任何营养亏损。

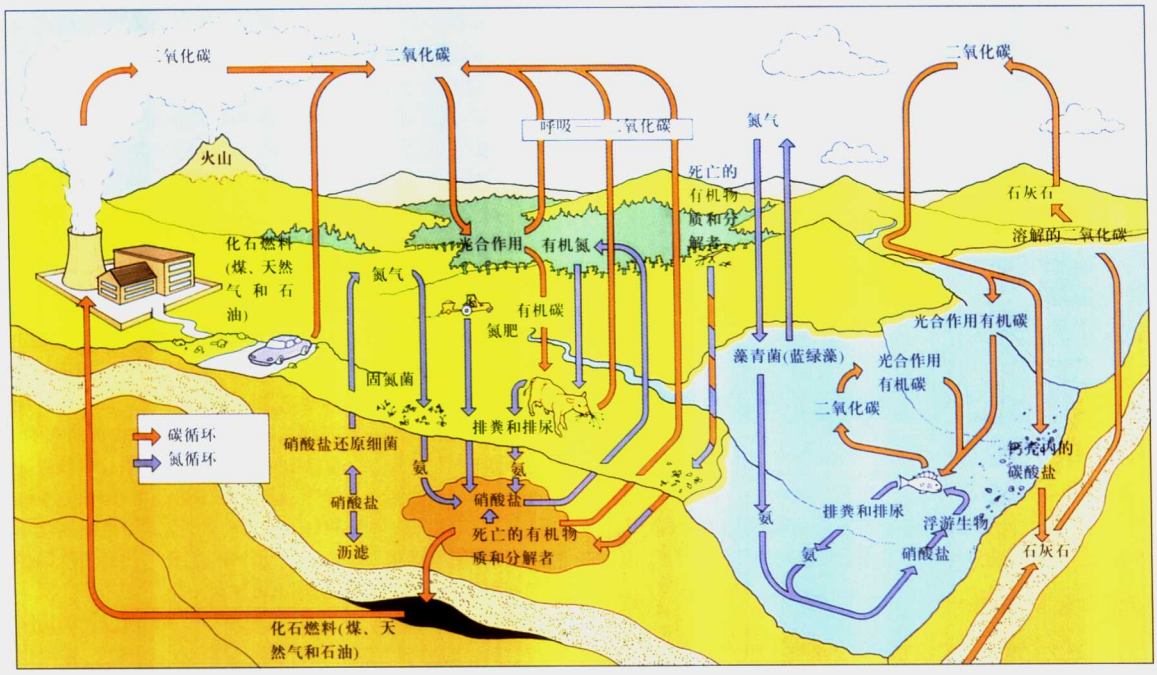
雨水中含有多种元素。一些源于大海，一些来自灰尘和其他生态系统中受侵蚀的土壤。岩石是化学元素的一个重要来源。通过剥蚀的物理和化学过程，包括岩石受冻起霜而遭破坏，植物根部扎进岩石使其分裂，伴随着水在土壤中流过而产生的化学溶解过程等，岩石被分解成植物可利用的物质。岩石中元素逐渐被释放的过程称为风化。

一些生态系统在为生活在其中的动物提供繁殖、栖息的场所以及其他暂时的便利设备的同时，动物的粪便也成为这些生态系统营养输入的一条重要途径。这样，群居的鸟如苍鹭和白鹭，就能在湿地上进食，然后输送包括磷在内的多种不同的元素到它们用来栖息和筑巢的林区。同样地，河马常在夜间以沿河两岸的植物为食，白天在它们居住的水中排粪。

因为营养元素需要量极大，所以两种营养循环——碳与氮的循环——就具有特别重要的作用。循环的一些特色使其具有特殊的意义。

碳循环

大多数生态系统的生物量——植物体(动物体次之)——储藏着大量的碳。通过光合作用(吸收大气中的二氧化碳(见31—33页))的过程，储存量逐渐增加。然而，大气中储存的二氧化碳量并不很大，大约仅占大气总体积的0.035%。这意味着植物不得不非常有效地吸收二氧化碳这种气体，并把它集中在组



织里，转化成有机物。当它们呼吸的时候，二氧化碳被释放回大气中去。那些被动物吃掉或被分解者分解的植物组织最终也以同样的方式降解。因此碳元素循环主要发生在现存生物量和大气之间。

在地涝的条件下，如泥塘和沼泽，土壤里的一些有机物不能被分解，而以有机物形式保持很长时间。这是因为真菌和细菌在缺少氧气的环境下(在地涝的情况下)一般不活跃。经过亿万年时间，这些有机物化石的沉积(碳氢化合物)形成了埋在地下的煤或天然气和石油矿藏。这种能源已被人类开掘，为世界工业发展提供燃料。

二氧化碳溶于海水，所以海洋里也储存着大量的碳。植物和动物利用这个碳资源：海洋微生植物(浮游植物群落)吸收它进行光合作用，而许多动植物，包括微生浮游动植物，用它形成壳和保护性“外衣”，抵抗碳酸钙(石灰)。当这些浮游生物体死掉后，它们的壳落下沉积在海底，壳内的碳酸钙经过千百万年的时间合为一体，形成石灰石。在整个地质时间过程中，这些深海沉积物最后被抬高，露出海面，经过风化，重新将其碳元素以二氧化碳的形式释放进大气中。

因此，实际上有两种碳循环在起作用。在大气和生物圈之间的短期循环，一个碳原子要历经平均约1亿年时间才能完成一个完全的短期循环。通过海洋在大气与岩石间的长期循环，一个碳原子要历经约2.5亿年才能完成它的长期循环过程。

氮循环

与碳不同，大气中氮含量绝对丰富，几乎占大气体积的80%。然而，又与碳不同的是它不能被绿色植物直接从大气中获得或固定。虽然氮分子(N_2)是一种很不活泼的气体，但一些微生物却能使其还原形成氨(NH_3)。以这种形式，氮能被合成进蛋白质中。正是由于这些合成的重要性，活的有机体很需要氮(见6页)。一些能完成这一反应的微生物，如固氮菌和藻青菌(蓝绿藻)，在土壤或水中独立地生活。一些微生物与一些有机体形成特别关系(共生关系)，在与宿主的紧密联系中起到固氮作用，从宿主那获得保护，有时甚至从宿主组织获取食物，为宿主提供部分氨以满足宿主自身完成蛋白质生产的需要(见169页)。可能最熟悉的例子是根瘤菌和显花植物豆科任一成员的关系：细菌占据植物根部的瘤(见31—33页)。但其他植物也能形成这种联系，包括桤木、铁树目裸子植物、海鼠李，甚至一些如满江红属等的水生蕨。其他微生物也有类似的联系，尤其在某些藻类和真菌之间所形成的叫地衣的联合体中(见34—35)。

这些种类各异的共生关系对于维持全球现存的有机体获得氮供给对制造蛋白质具有极为重要的意义。当植物或动物消费者死亡并腐烂后，或当动物排尿或排粪时，氮被释放进土壤中。释放的氨气接着被土壤中的细菌氧化成硝酸盐，这个过程叫做氮的硝化作用。在这个过程中，氮能被植物根部重新吸收，氮循环得以继续。虽然硝酸盐可溶，但不易被土壤保存。因此土地排水时，氮易从土中流失。硝酸盐含有氧，因此可用来作为一些生活在涝地中的细菌呼吸所需氧的一个来源。通过这一反应，氮气被释放回到大气中去。

这些过程伴随着氮元素从土壤中的遗失。由于从农业生态系统中收获植物和捕获动物，也能造成土壤中氮的缺损。若期望土地的生产率高，如可耕作作物及干草、乳制品的生产(见226页)，就得人为地弥补氮元素的不足。用工业方法也可固定大气中的氮，但完成这一反应要求达到高温和高压，需要消耗大量的能量。然而，用这种方法生产的化肥已在农业上得到广泛使用。目前，使用人工肥料仍然比从人排出的污物(损失的氮主要保存在这里)中重获氮要更经济。

参见
- 什么是生命 6页
- 细胞 20页
- 植物的功能 31页
- 共生 169页
- 消化 178页
- 生物圈中的能量关系 194页
- 生态系统 200—221页
- 大气的变化 224页
- 污染 226页

气候和植被

气候可以定义为特定地区内的平均天气条件，以多年(按照惯例一般是指30年)搜集到的记录为基础。因此气候描述的是在正常条件下某特定地区的天气条件。天气一般是与这些条件一致的，但定期地也有特例和极端现象发生。在特定地区发现的植物更可能与气候相一致，而不与特定的一组天气条件一致。

瞥一眼附见的地图，显而易见的是地球表面气候状况差异很大。有很多变量导致了当今非常复杂的气候格局。

决定气候的因素

也许决定气候的最重要因素是来自太阳的能量的多少。在赤道地区，正午太阳总是高高地挂在天上，有时正当头顶。然而在南北极，即使在仲夏夜，在一个高的角度上也永远不能观测到太阳。因此，阳光的强度在低纬度大。因为阳光透过大气层照在地球表面一个较小的面积上，并且在到达地表面的过程中穿过较少的大气，这解释了为什么离赤道越近，气候越暖和，而离极地越近，气候却越冷。

这种全球表面不均匀的能量分配导致大气层的不稳定，引起气体的常规移动。极地上的冷空气因密度大而下降，而赤道处的暖空气密度小，被迫向上流动。空气的这种流动的一般效果是向上流动的赤道空气随着纬度的增加凉下来，富含水汽，开始凝结，形成降雨。因此赤道地区既热又湿。极地地区下降的空气产生大气高压系统，伴随着降水稀少，因此极地地区实际上是寒冷的沙漠。

实际的大气层中空气环流要比这种简单的模型所表示的情况复杂得多。赤道地区上升的空气在到达极地之前，主要在南北回归线处的热带地区下降形成高压系统，又导致非常干旱的气候条件。但这次伴随的是高温，因为得自这个地区的太阳的能量输入量很大。世界上很多炎热的沙漠位于南北回归线以内的热带地区。

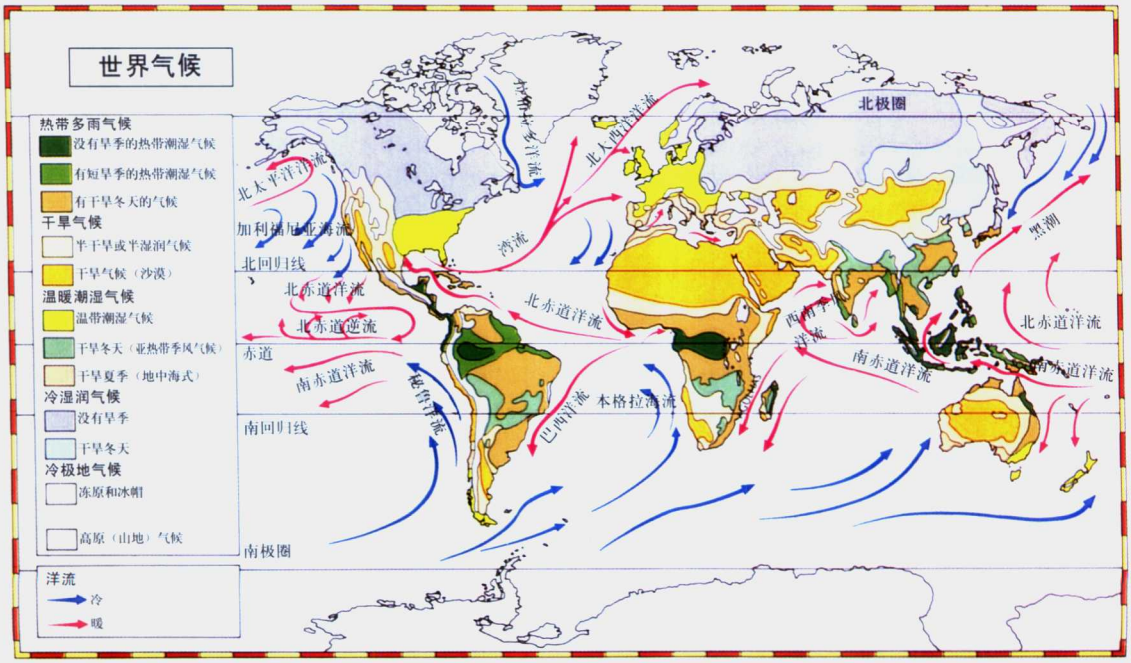
热带地区上空的一些下沉空气发生偏斜，流向赤道，大部分向外流向两极。这些温暖的气团在中纬度地区接触到向下扩散的极地冷空气，形成不稳定的气候，主要由海洋上形成的低压区控制，继而低气压控制了陆地地区。由于地球绕着地轴自转的结果，这些中纬气团的一般流动过程是由西向东的。

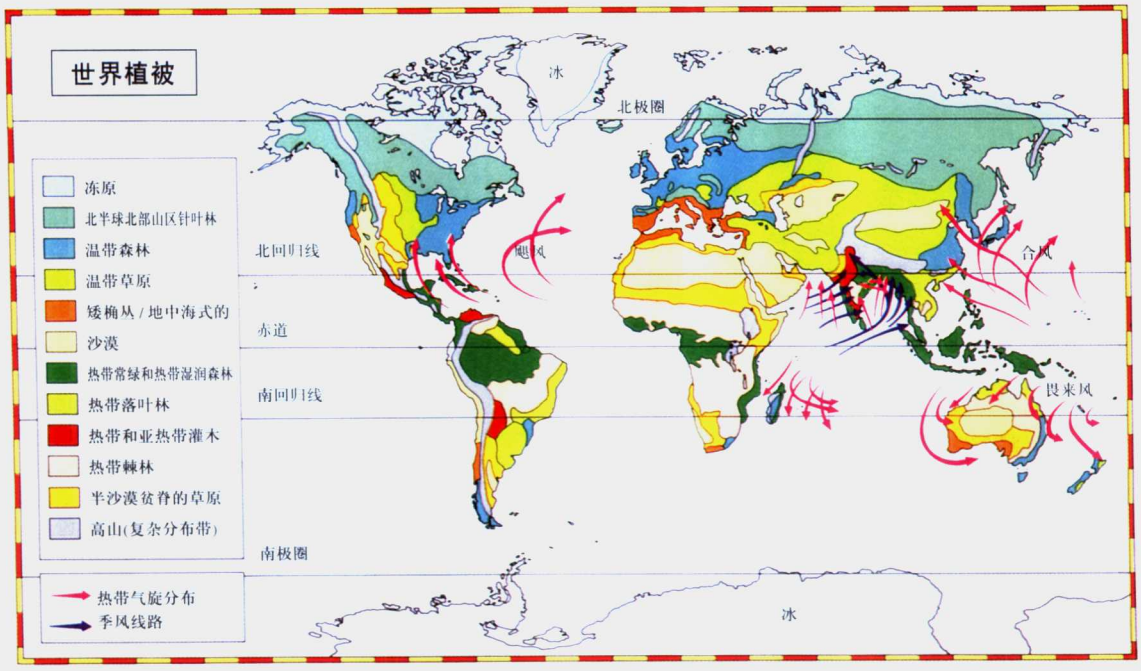
地球表面上覆盖的陆地和海洋分布不均，引起气候进一步复杂化。陆地热起来和凉下去都较海洋快得多，因此夏季陆地变热，冬季变冷。然而部分陆地表面临近海洋，气候变化不剧烈。海洋有减弱极端温度变化的作用，因此这些受海洋保护的地区气候温和，霜冻和酷热不太频繁。

海洋也是导致降雨的水蒸气的重要来源，所以近海地区一般有较多的降水。越深入到内陆，降雨变得越稀少。洋流也能对降雨过程产生影响。寒洋流在离岸风的吹动下产生干旱气候，即使在近海地区，如西南非洲，本格拉海流造成近海处沙漠化。

暖洋流也能对气候产生强大影响。如北大西洋暖流使温暖的水从加勒比海流入北冰洋，使斯堪的纳维亚海岸不结冰，并且气候温和。相反地，同纬度的北美洲西海岸地区，大陆阻隔了北太平洋洋流向北流动，海洋非常冷。

气温随着海拔的升高而降低，因此山脉能改变气候。山脉也改变气团的总体流向。例如，喜马拉雅山和青藏高原阻挡了来自南部的季风雨，在雨影地区产生沙漠(见204页)。





季　节

地球的各个部分在一年中围绕太阳公转一圈，同时都要经历气候上的某些变化。在赤道地区这些变化小，但是从赤道逐渐过渡到较高的纬度，气候季节性变化更加显著起来。这种变化的原因是地球的地轴是倾斜着的。当向太阳倾斜时，太阳直射北回归线，北半球是夏天；当倾斜远离太阳时，太阳直射南回归线，南半球是夏天。

气候的分类

几种试图划分气候类型的方法都是人工的，因为气候种类不是孤立的，而是一系列连续不断的变量。所示的地图表示了一种方便的分类系统。热带气候分为多雨气候与干旱气候两种。在这两个极端气候之间，存在着干季气候。在这种气候下，一年间干湿气候条件连续出现。温带地区(处于热带和南北极之间)经历着一系列复杂的气候变化，包括夏季干旱的地中海式气候和温暖潮湿的气候。还有北部大陆温带地区的较冷的温带气候(在南半球同纬度地区没有覆盖着陆地)。最后在极高纬地区存在极地气候，又冷又干旱。

植被和气候

据附图所示，全球植被类型分布广泛，并与全球主要气候类型分布一致。然而，地球表面的植被格局要比气候类型复杂得多，因此要系统地提出一个令人满意的分类方案并不容易。全球范围内最实用的植被分类系统依据的不是植物分类学方面的关系(即所属的科)，而是依赖于某种植物群落呈现出的普遍的结构和形态。在这个分类系统类型中，森林、灌木和草原这些词语描绘的是最广泛的形态，即这些词语描绘的是特定地区占统治地位的植物形态。

乔木作为一种生命形态，对于恶劣气候(如干旱)很敏感，因为它的萌芽——新的生长中心——处于地面上很高的位置，暴露于干燥空气和干风中。干旱地区或极度寒冷的地区不能保护这些敏感的植物萌芽。因此，在这些地区，低矮的灌木代替了高大的乔木。在冻土带，生长的植物则呈垫状，它们与土地的轮廓相符合(见210页)，因而躲避了寒风。一年中只有部分时间是寒冷或干燥的地区，生长着阔叶乔木，它们在不利于生长的时期有落叶现象。常绿针叶乔木——松柏目植物(见38页)——比大多数其他植物能更有效地抵御较长的严寒期和降雪期，因此它们在寒温带地区占有优势。

草本植物在整个植物结构中也占据重要的一部分。大多数森林都有低层的草本植物。草地上草本植物占统治地位。它们在较长的不利生长的干旱期枯萎。这也使它们对其他不利情况不太敏感，如火灾和放牧(这些情况在热带和温带草原地区频繁发生)。

这样，依据各种不同植物集合可以划分植被类型，每一种植被类型都有它特有的动物群。这些单元称作生物群区。有关地球上的主要生物群区，我们将在以后几页详加描述(见200—211页)。

参见
- 气候因素 10页
- 植物的功能 31页
- 植物的种类 34—47页
- 生物圈 194—197页
- 生态系统 200—221页
- 大气的变化 224页

热带森林

哥斯达黎加蒙特维得的雨林。这个中美洲小国在处理森林保护区方面富有革新精神。把保护区与受保护的走廊相联系，生物物种得以迁移。这反过来有助于保持动植物的多样性(见233页)。

虽然热带森林只占地球陆地表面的1/5，但却包含着150万种动植物，超过了已知动植物总数的一半。由于这些森林生长在世人知之甚少的世界生物群落中，因此可以有力地证明我们这个星球上生物种类的多样性。

真正的热带雨林局限在南北纬4°之间的狭窄地带。气候无季节性变化。气温和降雨量都很高：年平均气温在20—25°C左右(68—77°F)，年降雨量在1500—4000毫米(60—160英寸)之间。大多树木的树叶常青，即树叶并不一齐落下而使树木变秃，这在一定程度上反映了热带雨林没有不利的生长期，但由于树叶保持时间较长，它具备了保存营养物的机制。虽然全年降雨较多，但树冠的上部仍容易发热变干，因此坚韧的常青树叶由于它的抗旱能力而变得非常有用。

在离赤道较远的地区，气候开始出现季节性变化。一年中有几周时间几乎没有雨，这是森林面临的一个新问题。这些森林长得不高，在干旱时期有落叶现象，以此来保存水分。季节的变化也为植物开花、结果和动物繁殖提供了一种环境暗示。

在南北纬15°处，有明显的季节性降雨，具有潮湿和干燥的季节交替，植被受到干旱的严重限制，森林位于热带稀树草原的边缘(见202页)，精确的边缘通常由人类的烧荒来确定。

生物量、结构及生产率

在所发现的生物群落中，单位土地面积上热带雨林包含的活物质最多，通常达到每平方米45千克以上。同样地每年的生产率也高达每平方米3.5千克。这些巨大的生物量按复杂的空间结构排列(见插图)。

在长成的森林中，只有极少的阳光能照到地面上，因此地面上植物很少。大多数有关“不可渗透的密林”的报导或指从失调中恢复的地区，或指河的边缘，那里生长着很茂盛的低矮植物。斑驳的日光时而可以透过树冠的小缝隙达到森林底层，这对于生长在底层的植物的光合作用尤为重要。为了克服阳光缺乏的问题，有些植物借其他植物获得支持。例如，藤本植物或攀缘植物就能形成长达200米(660英尺)以上的规模，从地面向上延展，在树冠层上部形成卷绕的蔓生植物。附生植物也利用乔木作为平台确保它们吸收足够的阳光。如果在那形成了一块新的空地，例如一颗老树倒下后，幼树之间存在着很强的竞争力来争夺空间和阳光。热带树种有着惊人的生长速度，直到它们获得了充足的阳光，它们才生长出枝繁叶茂的树冠。

热带森林物种的多样性

有很多可能的解释说明热带森林物种繁多，呈现出极高的多样性。毫无疑问，其中一个重要的因素是生产率高，生物量大。一个生态系统生物量大，结构就很复杂，促进许多特定昆虫物种的进化，使每一种昆虫都比它可能的竞争者能更有效地占据它自己喜欢的微环境。此外，群落可以在每层树冠里独立发展(见正文)。然而，世界上并非所有生产率高的生态系统都具有多样性(如芦苇沼泽地虽生产率高，但并不具多样性)，所以也要考虑其他因素的作用。

气候稳定，无论各个季节，还是全年，就可能使物种具有较高的多样性。人们曾经相信在上个冰川期(大约2万年前达到最低温)，热带地区曾一直保持稳定的气候，这些稳定的条件使物种多样化获得了较长的时间。但是人们现在知道当时的雨林比较干燥，并且很可能十分零碎。可以认为这种零碎正是进化多样化之源，因为物种进化可能各森林碎块连成一体之前在各森林碎块各自进行，如同孤岛上的物种进化一样(见214页)。

导致物种多样性的最后一个因素是森林中不同地块的拼接。树死掉，或被风吹倒，在随后的恢复期的不同阶段，出现湿润和干燥的多样化的地区和地带。这就意味着，在时间的不同阶段上，在空间的不同位置上，都有与之相适应的物种生存。无论是什么原因造成的森林物种多样性，物种的丰富总会是人类未来至关重要的资源来源。

土壤和营养

由于高温，土壤中的微生物活动频繁，因此从树冠上掉落下来的有机落叶很快被分解，被释放的矿物质元素又进入土壤。在降雨多的条件下，这些元素容易被水冲离土壤进入河流中，因为热带森林的土壤很难保持经分解进入其中的营养，主要原因是热带土壤中完成这一任务的粘土在热带盛行的高温下被剥蚀而丧失掉，结果土壤坚硬，富含剩余的铁和铝元素，形成红壤。

为了克服营养缺乏和流失的问题，植物把根扎在发生分解作用的表层土壤里，并在营养流失前吸收这些被释放出的营养元素。这样，宝贵的营养物质被吸收进树体中贮存起来，耐久的树叶有助于减少营养被浪费的速度。

落叶有机质会落在树枝汇合处，形成一种泥炭似的土壤，可供其他一些植物生长，包括兰科和凤梨科植物(见44—47页)。这些植物称为附生植物，即它们利用其他植物产生的支持作用生长，并不扎根在土壤中。这些有机小囊形成它们自己的微生态系统，有自己的营养循环，并可能变得极富营养。一些乔木的根部对从这些小囊中流出的使土壤肥沃的微细水流很敏感，并顺着其他树的树干向上生长，这样它们能利用这些意想不到的养料。这种向上生长的根在其他任何一种生态系统中都是非常稀有的。

生物多样性

热带森林的丰富性是众所周知的，包括植物、动物、真菌、细菌和原核生物等各生物界的物种都极其丰富。例如，在巴西的雨林中，在2平方公里(3/4平方英里)区域内就可以发现300种树，甚至在树木间高高生长的附生群落，也供养着自己系统中一系列的藻类、真菌和无脊椎动物。

在黑暗的森林底部，大多数动物以从上落下的大量丰富的有机质为食。这些屑食生物(如千足虫)启动最终由微生物完成的分解过程。真菌以及一些植物也从剥蚀有机岩屑过程中吸收能量。其他植物则营寄生生活。

许多动物是杂食动物，靠在森林底层能找到的任何食物为生。其中重要的有蚂蚁，它们吃能获得的任何食物，从种子真菌

到掉落的毛虫。一些大型食草动物，如水豚、貘、鹿和羚羊，则为美洲虎等食肉动物提供食物。

在树冠上生活着许多以植物果实为食的物种，包括猴、蝙蝠以及像鹦鹉这样的鸟类。这些动物的生境非常具体，使其活动局限在森林中的特定层面，因为它们在那可以获得喜欢的食物。因此树冠的各个层面上生活着属于其层面的昆虫、鸟类、哺乳动物及附生植物和攀援植物。

管理问题

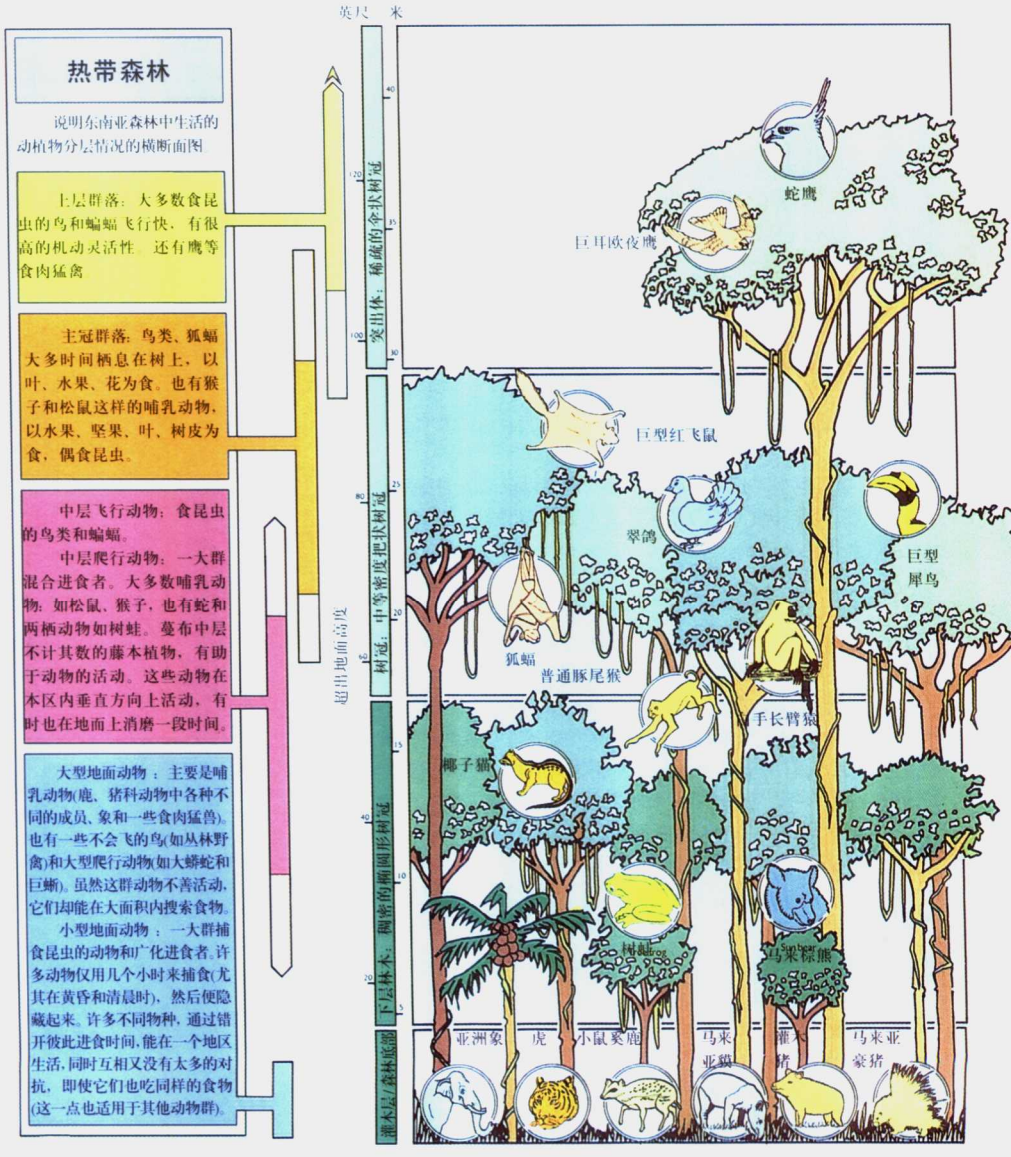
热带森林存在的最大问题是它们被毁坏的速度。有选择地砍伐以获得木材，过量伐木以生产纸浆，有目的的烧毁森林来维持耕地的耕种以及放牧牛群以期商业获利，这些都造成世界日益减少的热带森林损失惨重。很难确定每年要损失多少森林，可能在7.5万—14万平方公里(2.9万—5.8万平方英里)，这占全球热带森林总面积的1%以上，而且这种速度每年都在加快。

除了同时发生的物种损失以外，烧荒时森林中大量的生物量遭到了破坏，致使大量二氧化碳进入大气，加剧温室效应，使全球变暖(见224页)。营养贫乏的热带土壤若种植作物或牧草，营养很快就会耗尽。失去树冠蔽护的土壤受到灼热的太阳光直接炙烤，土壤结构被破坏，结果成为一片恒久的沙漠，而放牧者、农民、森林居民(林务员)又不得不迁移去进一步开垦其他地区。雨水直接落到土壤表面，大面积侵蚀土壤，淤塞河流，在涨水期间就可能发生洪水泛滥，致使下游农田遭到毁坏，人类生命财产遭受严重损失。最后，赤道地区的水循环也可能令人沮丧，因为通过植物蒸腾作用(见31页)返回大气的水分减少了，最终导致降雨量下降。

人们十分关注如何形成一种合理利用热带森林的制度。这种制度兼顾了当地人经济利益和生态的稳定。在巴布亚新几内亚，人们正在做一些实验，对森林进行综合开发利用，然后使其恢复平衡。但目前，结果并不令人乐观。伐光树木用于造纸的地区若经自然的过程，可以重新恢复生机。但栽植速生的外来植物(不是土生)来替代许多已损失的物种并不能挽回经济损失。伐木公司和放牧者贪求短期效益，再加上贫穷农民家庭人口多，压力大，迫使他们侵占森林。目前看来这两点是使森林遭到掠夺的根本原因。必须对经济利益进行适当控制，着手解决第三世界愈加严重的结构性贫困问题，否则热带森林的未来面貌会是极端可怕的。作为一种可更新的资源，一经细心管理，人类长期都能从热带森林获得最大的收益。不砍光树木，而是不断地从森林收获如制药所需的香油之类的产物，就既能让当地人获得稳定的收入，又不破坏生态系统的稳定。

参见

- 生物圈 194—197页
- 气候和植被 198页
- 热带草原 202页
- 温带森林 207页
- 大气的变化 224页
- 正在消失的生境 228页
- 自然保护 232页



热带草原

许多人类学家相信，正是在高高的热带草原上——热带稀树草原上——我们最初的祖先采取直立的站姿来支持他们打猎、防止捕食者的袭击。热带草原有丰富的食草动物及其捕食者，使之成为大型哺乳动物重要的栖息地。这些草原的生产率很高，供养大型食草动物的能力也很强。这对发展畜牧业具有特殊意义。因此，人类细心的管理对于草原保护和自身的生存显得尤为重要。热带草原这种生态系统比森林易于种植，因此通过砍伐和放牧使热带森林变成草原越来越为一般人所接受。但从长期看，这种改变很少有成功的(见 201 页)。

热带草原全年持续高温，平均温度在 15－25℃(59－77 F)之间变化。降雨并不那么平均：每年平均 600－700 毫米(24－28 英寸)的降雨主要集中在历时 5 个月的特征明显的湿季。一年中湿季与干季交替出现。干季限制了树的生长，而草的主要生长期却始于湿季。在随后到来的干季，草干萎枯死。这时整个生态系统易于燃烧。由于人为因素，常发生火灾。实际上，火与气候一样，在决定植被方面起着同等重要的作用。

火灾、旱灾后幸存的树若是落叶树则经常在干季时掉叶。若是常青树，则生有坚硬的叶子，在干旱季节有很强的适应力。

热带草原主要分布在非洲东部和中部以及南美的亚马逊盆地南部。但是印度大部分地区和澳大利亚的北部一些地区也覆盖着热带草原植被。

生物量、结构和生产率

热带草原的生物量因季节的不同而有所不同。干季早期阶段，土壤水分足以维持植物生长，生物量最高。大部分生物量存在于地下的根部组织里。地上部分包括高超过 2 米甚至 3 米(6.5－10 英尺)的草和乔木，种类因地而异，主要按照火灾发生的频率而有所不同。总生物量常达 5 千克/平方米。生产率可能高达每年 2 千克/平方米，这大约与北半球北部山区森林(见 208 页)的生产率相同。相对较低的生物量能达到这么高的生产率是不同凡响的，这说明在草原生态系统中高效率地转化能量是可能的。然后是食物网中的下一步，即大部分能量传递给大型放牧牲畜。这种大量的能量直接转移到生产出的肉类产品的现象清楚地说明了为什么人类农业学家发现草原系统要比森林有用得多的道理(见 212 页)。

因为生产率高的时期相对较短，大型放牧牲畜经常得从一个地区迁移到另一个地区，以便充分利用这个生产力旺盛的时期。吃草的牲畜也有非常具体的偏爱食物，因此热带草原的资源总数通常由许多不同的物种构成(见下文)。

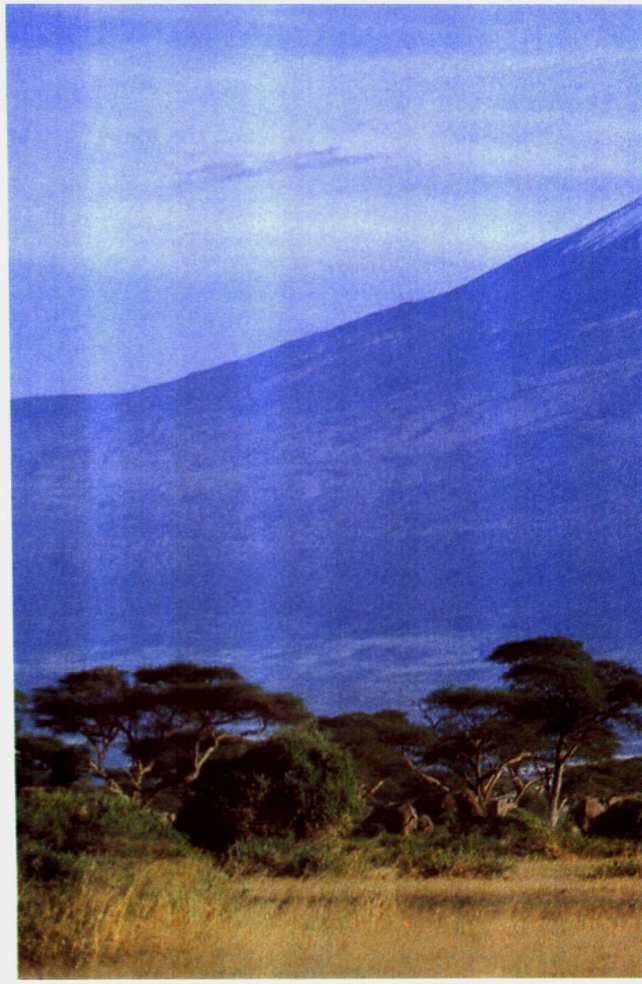
土壤和养料

高生产率及草与树快速落叶是土壤丰富的有机质来源。许多分解者和食腐动物积极利用这种丰富的能源。白蚁是死去植物特别重要的消费者。它们先在岩屑上种下真菌，然后把它们都消化掉。这是一种不寻常的动物从事“农业生产”的例子。

因此土壤里正常的营养循环是很快的。但一些草分泌一些化学物质可以抑制土壤里某些细菌的活动，减缓氮元素的释放。这可能是一种防止其他物种窃用这种重要资源的机制。

生物多样性

草这种生命力很强的植物统治着热带稀树草原地区。它从叶基部生长起来的能力很显著。这样，即使牧草叶片上部被啃食掉了，它还能继续从下部生长起来。这种高效生长很适应频繁放牧的需要。只要地面上部保留着绿色组织，草体就能继续生长。根部系统扎得很深，也保护在地面以上的草体不被火



非洲草原的实景图。高耸的乞力马扎罗山(5895 米/19,340 英尺)超出周围平原 4500 米(15,000 英尺)。热带草原大型哺乳动物需要广大的地区来供养种群的生长。面对人类的压力，保持住这样的大规模地区越来越困难了。

烧光，从而确保草体存活到下一个湿季。

同样，热带草原的树木也很适应干湿季的交替变化。在澳大利亚，像桉树属植物这样生长快的树，在湿季时占很大优势。澳洲、亚洲、南美和非洲草原上最典型的热带草原树木是金合欢属植物，它们扁平的树冠结构形成了一道有特色的风景。许多金合欢属物种与某些蚂蚁形成了一种密切的关系。这些树的叶柄上有分泌蜜的腺体，能吸引蚂蚁。作为回报，蚂蚁会攻击任何企图啃食树枝的动物。蚂蚁也对热带草原上种子的传播起重要作用。非洲热带草原上还有一种有特色的树——猴面包树，树枝形成纺锤状树冠，树干肿大，起到大型贮水器的作用。

热带草原上由于高度的专门化，即动物对食物和进食顺序的专门化要求，要在非洲热带大草原上一些种类，如长颈鹿和大象，啃食树枝高处的叶子，而其他一些种类，如羚羊和黑犀牛，则啃食下面低处的叶子，还有一些如牛羚、斑马和白犀牛，则啃食青草。放牧者常按一种独特的次序轮流利用一片草地。例如，先放牧平原上的斑马，然后是有斑纹的牛羚，最后是汤姆森瞪羚。这种空间与时间上对资源的分配使更多的物种能在一块特定的地方生存。

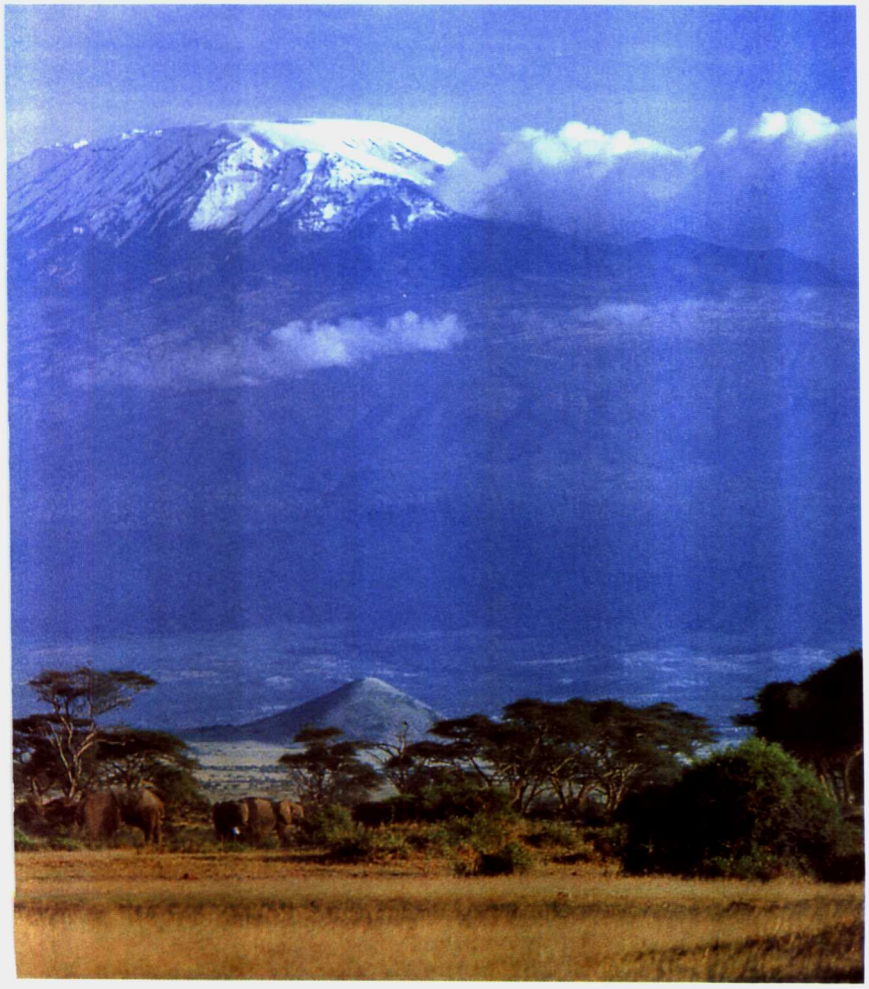
食草昆虫丰富，尤其是蝗虫。它们定期形成庞大的群体蚕食植物，甚至要比大型食草动物(见173页)厉害得多。其他昆虫如粪金龟子以放牧者产生的大量粪便为食。

丰富的食草动物为复杂的食物网提供了基础。食物网的最高一级是大型猫科动物，如狮子和猎豹。但不太显著的食肉者也以较小的猎物为食。食蚁兽捕食白蚁，鸟类中的蛇鹫以蛇为生。也有以其他动物的尸体营腐生生活的动物，如兀鹫和秃鹳。有些动物则专门捕食食腐动物，如豺和鬣狗。这些动物都盛行起来，进入繁荣期，得到自己应得的猎物。

管理问题

利用热带草原来放牧对于草原上的野生植物是最严重的威胁之一。热带草原上生活的人们，如马萨伊人和肯尼亚人，几乎完全依靠牛和牛制品为生。饲养牲畜的人们自然不愿与草原上的野生动物共同分享草原资源。这不但能造成当地天然食草动物的最终消失，也能中断传统的牧群迁移路径。利用热带草原实现农业生产的目的也破坏了南美的热带草原，造成了不会飞的种群如美洲鸵数量减少。

放牧单一家畜可能导致热带草原上植物群构成的改变，因为与其他土生食草动物群相比较，奶牛所需的牧草就很有限。牛群的注意力只集中在比较好吃的草上，忽略那些粗糙、有毒和多刺的草。这最终会引起灌木植被侵占草地，使草地的潜在生产力丧失。



在许多方面，奶牛(本来是一种温带森林动物)并不是非常适合在热带草原上有效放牧的动物，它除了不能利用多种牧草外，也易受许多害虫(如舌蝇)和疾病的侵害，因此食用肉可以通过在牧场饲养土生食草动物来获得较高的产量。现在非洲更加努力地发展这条途径建设以畜牧为基本经济活动的社会组织。

利用烧荒来管理热带草原也能产生一些问题：一些营养元素，如氮，在烧荒中随烟失掉了。这使土壤愈加贫瘠。至今，对于热带草原在火灾后产生的二氧化碳量，人们尚未研究，但这种每年的烧荒对于大气中二氧化碳量有显著的影响是完全可能的，这加剧了温室效应(见224页)。虽然种植桉树属植物和金合欢属植物能提供做饭所需的燃料，但通常是靠各种热带草原树木来达到这一目的。这也能导致对木材资源的滥采乱用。

参见
· 迁徙 170页
· 生物圈 194—197页
· 气候和植被 198页
· 沙漠 204页
· 人造生境 212页
· 正在消失的生境 228页
· 自然保护 232页

沙 漠

沙漠占陆地表面1/3以上的面积，其特征为缺水，主要是因降水量少而引起。因此在沙漠地区，植被几乎无法生长。在世界许多沙漠边缘地区，极端气候不太明显，可生长一些木本低矮灌木。这在很大程度上取决于当地人口及其饲养的家畜对沙漠产生的放牧压力。

世界上炎热的沙漠主要分布在非洲的北部和南部、中东地区、澳洲中部以及北美洲和南美洲西海岸地区。它们分别位于赤道南北的亚热高压带，全年气温高，在夏季且降雨量少的时候高温现象更加严重。在许多地方可能会一连数年没有降雨。

其他的一些沙漠由于在地理位置上与海洋分隔，潮湿的空气无法吹到，因此形成干旱气候，并且可能会因地形的因素而变得更加严重。例如，因为来自海洋的潮湿空气在山上凝结成雨或雪，所以吹过山脉的空气便很干燥，从而导致形成所谓的“雨影”沙漠，位于喜马拉雅山北部的沙漠就是这种效应的典型例子。在这种沙漠地区，冬季气候寒冷。例如，在阿富汗和伊朗的沙漠地区，霜冻很常见，冬季降雪为其降雨量的主要来源。冬季戈壁沙漠的条件会更加寒冷，气温可达到－20℃(－4 F)。

生物量、结构及生产力

在极端恶劣条件下，沙漠上没有任何生命，即生物量实际为零。即使在条件不太恶劣的情况下，沙漠上的植被也只能在排水渠道或“绿洲”上生长，因为这些地方能输送偶尔的降雨，使植被获得水分。这种植被被称作“局限性植被”。在沙漠的低矮灌木丛地区，其生物量通常在5－25千克/平方米之间，主要是在冬雨后的早期时节发芽的分枝落叶灌木，如北美的三齿拉瑞阿属灌木。

在美国亚利桑那州独台掌名胜古迹区生长的仙人掌。圆柱形树形仙人掌(图中左边及背景)高约15米(50英尺)，生长年限可达200年。跳动仙人掌(右前景)与仙人果或热带美洲梨果仙人掌有亲缘关系，是热带和亚热带重要的食用植物。

在干旱的陆地上生长的植被比较稀疏，而且植物的间距有一定的规律。植物首先是因为水而为生长空间展开了激烈的竞争，结果新的移地植物被密集的根部竞争以及其他一些植物的化学渗出液而驱除在外。因此植被结构简单，但这在很大程度上决定了小型哺乳动物和无脊椎动物的生活模式。

土壤及养分

沙漠土壤中的水分一般慢慢向上移动，而不是像较潮湿地区的土壤一样通过土壤排出，其主要原因是由于沙漠土壤表面蒸发速度快。结果土壤中的可溶盐也随之渗出表面，随着水分的蒸发结晶，形成石膏沉积物、盐或石灰。

沙漠土壤中的有机物质含量稀少，也就是说其养分更新差。地衣等一些不明显的生命种类因能吸收和固定大气中的气态氮而起重要作用。蜗牛夜间将地衣从其生长的岩石上刮下来，当其白天退回到岩石下躲避日照时，便将氮随之带走，并随粪便将其排到土壤中，从而使土壤肥沃，有利于植物生长。

生物多样性

在沙漠环境中，生物种类极少。然而能够在沙漠上生存的动物和植物却引起人们极大的兴趣，因为它们具有很强的适应极其恶劣条件的能力。

许多植物已具备保护自己免受炎热和干旱的能力。一些植物的根部系统深而广，而其他一些植物在土壤表面形成纤维垫，吸收露水。生长在新大陆的大多数仙人掌都具有这种系统，它们的叶呈刺状，将水分储存在其肉质常青的茎部，从而增强其抗旱能力。一些沙漠上的植物在雨季一开始时便快速生长。其中许多植物的种子在几年内都处于休眠状态，等气候潮湿时再发芽。大戟属植物是一种生活在旧大陆地区沙漠中的一种重要的植物种类，其茎充满粘性乳汁，可防止水分蒸发。

沙漠上大多数动物夜间出来活动，或者在黎明和黄昏天气凉爽的时候出来活动。为避开白天的炎热，它们寻找荫凉之地藏身或躲藏在洞穴里。这些洞穴一般都位于灌木的基部，因为那里阳光照射较少。某些大型动物，如阿拉伯大羚羊只需少量的水便能生存；而一些小型哺乳类动物靠食用植物树叶吸取它们所需全部水分。一些生活在沙漠上的爬行类动物为储存水分可从体内排出结晶尿酸。

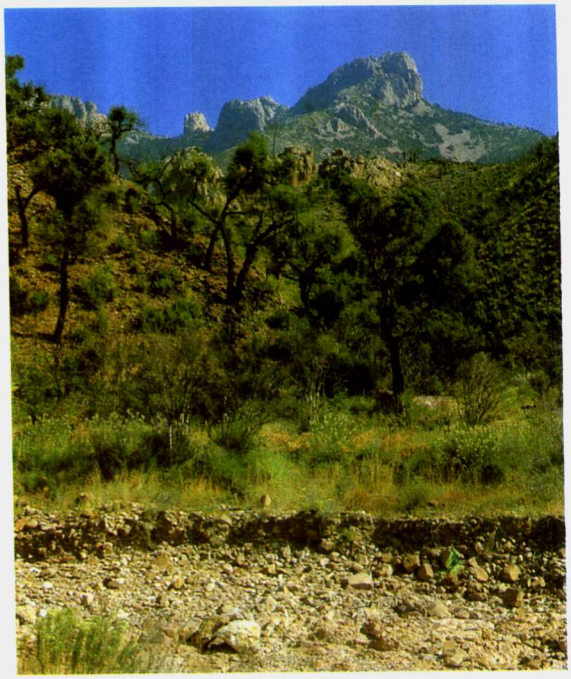
管理问题

在生产力相当低的生态系统中，其放牧压力也极其有限，但畜牧业却在沙漠民族及其周围地区相当普遍。同样，生活在这些地区的人也需要木材，因而增加了其生态系统的负担。这些压力会导致生物量和生产力的进一步下降，引起沙漠环境向周边地区扩散。这一过程被称做沙漠化。人们曾试图用灌溉的方式增加沙漠的生产力，但却以失败而告终。因为增加土壤的水分只会加速土壤中的盐分渗出地表，导致盐碱化。

参见
- 有花植物的多样性(仙人掌) 44－47页
- 爬行动物世界(对酸性环境的适应性) 87－89页
- 骆驼 114页
- 生物圈中的能量关系 194页
- 气候和植被 198页
- 正在消失的生境 228页

地中海气候

地中海气候是世界上许多暖温带地区的气候特征。在这些地区，夏季炎热干燥、冬季温和潮湿、两季交替出现。虽然这种气候是以地中海流域而命名，但此种气候并不仅局限于该地区。在美国加利福尼亚、智利、南非和澳大利亚南部地区也有此种气候。这些地区水源充足，可生长一些高大的灌木丛，甚至可生长森林植被。但由于火灾频繁，加之放牧过度，现在只能生长一些低矮灌木丛或稀疏的石南，在不同的地理位置，分别称为矮槲丛、灌木丛林带、石炭质荒地植被或高山硬叶灌木群落。



在法国科达祖尔埃斯泰雷勒山上生长的地中海植被。火对地中海地区造成巨大威胁；图中展现的法国这一地区在近几年中已因火灾而变得荒芜。在图中背景处可见其荒芜迹象。

在地中海周围的陆地上，由于滥伐而造成植被生物量低，这一现象可追溯到青铜器时代。在较遥远的南非好望角地区也有类似气候，自16世纪被欧洲人发现并开发以来，也一直面临着同样的困境。

生物量、结构及生产力

地中海地区的主要植被是落叶和常青灌木混交林，这与渐渐融合为一体的沙漠灌木植被类似。植物的长势依赖于冬季降雨，灌木丛可能长得相当茂密，甚至可能包括一些小面积的林区植被，如落叶常青栎属树、阿月浑子、松树和柏树。这类植被的生物量高于沙漠上的低矮灌木丛，一般超过25千克/平方米，并且结构比较复杂，给众多的野生生命提供了生存条件。然而在放牧密集的地方，如地中海盆地的大部分地区，植被已经退化，结构简单，成为地面上仅覆盖着一层低矮的稀疏草本植物和欧石南丛生的荒野。在炎热的夏季由于干燥而使之貌似沙漠，被称为“石灰质荒地植被”。

土壤和营养

持续不断的高温使夏季土壤干燥，而且灌木落叶中富含芳香族化合物，极易燃烧。因此在这种生境中，火灾经常发生。火灾能将养分释放到土壤和大气中，因此对土壤中养分的循环产生主要的影响。在沙质土壤地区，土壤无法很好地保持养分，因此养分大量地被耗尽，导致酸性欧石南丛生荒野植被的生长。

生物多样性

丰富的植物群是所有地中海气候地区的共同特点。其中包括耐旱的芳香族灌木，千姿百态的鳞茎植物以及许多能抵御火灾和放牧的植物种类。灌木种类有欧洲的岩蔷薇、加利福尼亚的蓝属植物、南非的以及澳洲的普罗梯亚木。火灾通常可以使这些植物不断地循环再生替换。在地中海气候环境下生长的鳞茎植物有贝母、麝香兰属植物以及仙客来。这些植物在春季生长开花，在炎热干燥的夏季处于休眠状态。

在地中海气候地区生活着许多鸟类以及其他动物。其中包括食虫刺嘴莺、以爬行动物为食的猛禽、食种子的啮齿动物以及食肉的蛇类动物。与许多植物相似，一些动物只在冬季出来活动，在炎热的夏季休眠。在生活在这类地区的大型哺乳动物中，有原产于欧洲的狍，还有猞猁、野猫和狼等肉食动物。但这些动物在一些地区现已濒临灭绝。野猪和陆龟也体现出以灌木为主的欧石南丛生的荒野地区的特点。长耳大野兔是生活在北美洲、地中海气候地区的主要动物。在澳大利亚这类气候地区，袋鼠为主要的哺乳类草食动物；而在南非，蹄兔和小羚羊为重要的代表动物。

管理问题

长期以来，地中海生境中最大的问题就是森林的清理问题，但现在由于放牧频繁以及火灾的发生已对这类地区产生了巨大的影响。起初的放牧阻止了灌木的生长，取而代之的是禾本科植物的生长，但连续不断地放牧会导致覆盖植被完全消失。山羊在这一过程中通常起重要作用，但这与极其退化的生境有关，因为除山羊外没有其他草食动物能在这一先进时期生存。随着生物量的增加，火灾的可能性也随之增加，树叶中挥发性复合物也随之增加，使得火灾不可避免。未来气候的变化可能会使夏季更加炎热干燥，因此使这一地区更易发生火灾。

地中海地区仍保留有一些乔木，因为它们具有重要的经济价值。其中包括栓皮栎，将其树皮剥去，可用于木栓制作。油橄榄和瑞士岩松的种子可食用。然而在生产木质纸浆的森林中，产于澳洲的桉属植物为在这种气候条件下生长最成功的种类，现在它们是世界各地区的主要植物。

参见
- 生物圈中的能量关系 194页
- 气候和植被 198页

温带草原

在一些温带地区，因降水量极少而使森林覆盖植物无法生长。通常这类地区的主要植被为禾本和草本植物，主要动物为食草动物。成功地适应了这种生境的食草动物和肥沃的土壤使温带草原对农学家极具吸引力。他们用家畜和谷类作物代替了它们的野生同类。例如在北美洲，19世纪时在大草原上生活的羊牛被牛取而代之，在大草原上生长的禾本科植物被小麦取代。

温带草原一般位于主要大陆的中部，远离海洋，降雨量少(约400毫米/24英寸)。而且季节性温差大，夏季月平均温度为20℃(68°F)，冬季为－15℃(5°F)。这表明在干旱开始之前春季生长期较短。

温带草原在世界各地的名称也不尽相同。在亚洲被称作干草原，在南美洲称无树大草原，在北美洲称高草原，在南非称草原。在新西兰南部群岛上，其草原是因南阿尔卑斯山东部的雨影而形成。有时草原严重干旱，渐渐变成沙漠，位于亚洲中部戈壁沙漠北部地区的情况就是如此。该地区冬季极为寒冷，而在美洲西南地区，夏季炎热难熬。

生物量、结构和生产力

温带草原的植物生物量全年有所不同。春季生产力最大，但在生长季期间，草本植物却一批接一批地生长出来，因为只有耐热和耐旱能力较强的种类才能最终生存。然而当夏季干旱来临时，这些禾本科植物渐渐干枯直至根部。因每年都有大量的表层植被大批枯死，所以生物量很低(约3千克/平方米)。但是植被春季的生产力和普遍的可口性为众多的放牧动物群提供了生存环境。

在河流穿过草原的地方，通常在沿岸就会有森林带的生长，因为河流可保证那里整个夏季水源充足。

土壤和养分

由于夏季炎热，所以温带草原上的蒸发量高，导致土壤的水分向上移动。随着水分不断蒸发，盐分沉积在地表或地表附近。但一般情况下，该环境下的土壤肥沃，富含有机物质，因为土壤动物的活动促使草原废弃物被不断地分解。从表面看，这种土壤呈黑褐色或表层呈黑色。

生物多样性

除禾本科植物外，在大草原上还生长着许多野生植物，其中大多数能以鳞茎、球茎和块茎或仅以种子的形式保持休眠状态，从而抵御夏季干旱。由于草原上放牧压力大，因此进化生长出一些多刺、不合动物口味的植物。而人类对土壤的挖掘和践踏又为其他植物创造了寻找临时生境的机会，其中许多种类现已成为分布广泛的杂草，在世界各地均有生长。

这些草原在自然状态下孕育着许多食草动物：大草原上的赛加羚和北美洲叉角羚、美洲鸵(一种大型的无飞行力的鸟)、无树大草原上的南美野生羊驼。但由于人类的耕作活动已使得这些食草动物的数量大为减少。在温带草原上还生活着许多小型哺乳动物，其中有黄鼠、草原犬鼠、鼹形鼠。此外，许多小型啮齿类动物也可在此地生存，它们是丛林狼和狐狸以及大型食肉鸟类的捕食对象。

管理问题

自农业发展以来，人类便充分利用温带草原的巨大潜力，这一事实已是有目共睹(见212页)。人类通过饲养放牧牲畜可获得高产量的动物产品，而草原生态系统恰恰是人类实现这一目的的理想之地，因此这类地区放牧活动历史悠久。然而用家畜取代野生草食动物并非百益无害。家畜在饮食上要求极高，只食用少数植物种类，因此不合其口味的植物就可能增加。过度放牧促使草原沙漠化，将草原变成耕地也会导致同样后果。例如20世纪30年代，在北美洲中西部就经历过“干旱尘暴区”现象，其起因是风蚀吹走了大面积的表土。这种土壤肥沃，非常适合谷类作物的生长，但却极易退化。如果温室效应(见224页)继续使气候变暖，那么世界上温带草原地区可能会变成沙漠，并会对全世界的食物来源产生严重后果。

参见

- 生物圈 194—197页
- 气候和植被 198页
- 热带草原 202页
- 沙漠 204页
- 人造生境 212页
- 正在消失的生境 228页
- 自然保护 232页

哈萨克干草原上正在迁徙的赛加羚。其毛厚密，鼻孔朝下，这样有助于在吸入冷空气之前对其加温及使之湿润，因此赛加羚适合在寒冷的冬季生活。因为在中国羚角具有医用价值，为获得赛加羚羚角，人们曾过度地捕获它们。现在赛加羚已受到保护，种群数量已超过100万。

温带森林

全球的温带地区，尤其是北半球的温带地区，在人类的控制下受尽了磨难。我们人类的许多重大文明起源于温带地区，因此也对曾经覆盖这些地区的大片森林产生了巨大的影响。欧洲曾经拥有大面积的覆地植被，但现在仅有少量残存。1万年前在近东地区出现了农业，400年后传遍欧洲及亚洲西部。但现在农业却使温带旧大陆地区的森林遭受破坏(见212页)。在北美洲的东部，对森林的破坏开始得较晚，大约是从17世纪欧洲开拓殖民地时开始的，因此到目前为止那里仍保留着较大面积的森林。

智利南部的温带雨林。这类森林生长在中纬度潮湿地区，分布范围从澳大利亚塔斯马尼亚到加拿大不列颠哥伦比亚省。其优势树种为针叶树或阔叶树，但总以蕨类和苔藓植物生长繁茂为其特点。

温带地区宽广，生长着不同类型的森林。在气候很潮湿的地区，年降水量超过1500毫米(60英寸)，其中包括新西兰南部岛屿的西海岸、塔斯马尼亚岛、智利南部以及美洲西北部太平洋沿岸地区。在这些地区生长着由常绿阔叶树或针叶树组成的温带雨林。在地中海气候(见205页)地区，针叶树和阔叶常绿树混交林曾经分布广泛，但与温带雨林不同，这里是硬叶阔叶林，能适应较长的夏季干旱期。在欧洲和美洲东部的大部分森林地区，落叶阔叶树为主要的代表植物。而这些地区的北部以及更靠内陆地区，如北美洲的五大湖区，生长着针叶树混交林。

生物量、结构以及生产力

温带森林的生物量仅是热带雨林的一半，即在25—30千克/平方米之间不等。其年生产力少于1千克/平方米。这反映出一个事实，即在温带的一年里，通常总是有一段不利于生长的时期。这或许是因为暖温带地区夏季干旱，或许是因为高纬度地区冬季寒冷且有霜冻。冬季寒冷时，气温降至约5℃(41°F)以下，此时水温低，植物不易吸收，结果产生干旱，其典型的反应是落叶。在遭受夏季干旱的地区，一般树叶不脱落，但植物却处于休眠状态，直至秋雨来临，再重新生长。

温带森林的结构比热带森林(见200页)的结构简单。在树冠层下面只生长着一个由灌木和幼树组成的次层，因此林地透光较好，地表上草本植物和苔藓生长繁茂。

土壤和养分

温带森林的土壤中水分充足，水流的主要方向是穿透土壤向下流。这种淋溶作用所产生的结果是将养分移向土壤下层，在针叶树生长和蚯蚓较少的地区这种情况尤为明显。然而在落叶阔叶林中，枯枝落叶层中养分充足，可供众多的蚯蚓类群食用。蚯蚓能混合土壤，因此在淋溶过程中，土壤中的养分很少流失。这种土壤中的粘粒和腐殖质同样有利于保持养分。所有这些因素表明在温带森林中土壤是高效率的养分宝库，这一点是热带森林所不能比拟的。在热带森林中，其土壤中的粘粒及腐殖质成分通常已不复存在(见200页)。

生物多样性

尽管温带森林的结构比热带森林的简单，却仍然为动物的多样化分布提供了足够的条件。气候的季节性变化在一定程度上阻碍了动物多样性的发展。在高纬度地区生活的许多鸟类在冬季由于向低纬度迁移而销声匿迹了。刺猬和花鼠等其他动物在北部寒冷的冬季来临时冬眠；而蜗牛则在南方炎热的夏季来临时夏眠(见175页)。

所有的温带森林中都生活着多种多样的大型哺乳类动物，包括食草动物松鼠、鹿和猪，杂食动物熊和獾，食肉动物狐狸和狼。生境的破坏已使一些动物种群数量减少，或者迫使其他动物(如生活在英国的马鹿)去适应不同的生存环境。

管理问题

温带森林所面临的一个最大的问题是数千年来人类活动造成的森林的破碎化。在欧洲，现在仅残留有小面积的原始森林植被，并且仍在遭受干扰和破坏，结果致使一些动物处于濒临灭绝的境地，例如生活在西班牙的棕熊和生活在斯堪的纳维亚地区的狼。如果森林面积小，就无法供养现存的动物种群。因为动物在从一块森林向另一块森林迁移的过程中，需途经草原和农耕地，在那里可能易受到人类的袭击。因此，我们人类需要保护大面积的连片森林以保护这些动物。

温带森林还面临着空气污染问题。在欧洲和北美洲的许多工业区，从汽车和工业生产中排出的废气使空气酸化，而酸雨(见224页)可破坏树叶的表层，从而使真菌侵入叶体。

参见

- 生物圈 194—197页
- 气候和植被 198页
- 热带森林 200页
- 温带草原 206页
- 北方森林 208页
- 人造生境 212页
- 正在消失的生境 228页
- 自然保护 232页

北方森林

在温带气候带下的寒冷地区，即大约北纬55°以北的地区，落叶阔叶林无法生长，取而代之的是常绿针叶树。这一生物群落区被称为北方森林或泰加(俄语单词)森林。只有桦树、杨树以及落叶松属植物等少数落叶树种在此生长，它们能抵御极为严寒的冬季(气温可降至－60℃／－76° F)，适应充足的降雪和其他适合针叶树生长的条件(见39页)。温暖的夏季非常短暂，通常只有三个月时间，因此植物生长期非常短。

北方森林绕北半球形成一个完整的环带，但在南半球无此种现象，因为在南半球相应的纬度地区没有连片的陆地。在北美洲，北方森林沿主要山脉向南延伸，而在欧洲和亚洲山脉上却是相互隔离的片段。在欧洲和亚洲西部，北方森林中生长的主要是各种松树和云杉，但在西伯利亚和北美洲的泥炭地区，则主要是落叶松属植物和美洲落叶松(北美落叶松属植物)。落叶松属植物可在北纬70°的地方生长。在内陆地区，北方森林与草原直接邻接，有的森林与草原被稀疏的杨树林带隔开。在欧洲和北美洲东部，针叶林的南部边界与落叶林接壤，形成分布广泛的混交林，在加拿大和美国边境之间生长的森林便属此种情况。在北方森林的北部为冻原(见210页)。

人类一直在广泛地把北方森林的木材用于建筑和纸浆生产，因此在欧洲，只剩下很少一些未被触动过的云杉林。但在西伯利亚及北美洲的部分地区的森林还仍处于原始状态。

生物量、结构及生产力

北方森林的年生产力约为0.5千克/平方米，仅为温带落叶阔叶林的一半。但大多数生产力通过木质树干的形成体现出来，因此该地区木材生产的潜力巨大。北方森林的生物量为20—50千克／平方米，主要集中于乔木。森林结构中没有分层现象，地被物通常为低矮灌木，如乌饭树和欧洲越橘，以及众多的苔藓、石松和地衣。

在北方森林中生长的常绿树的作用要比落叶树冠层大，其重要的原因之一是因为当地生长季短。常绿树种在春季一开始气温变暖时便能够开始光合作用，而不必由于新叶的发育而延误。冬季时，尽管其绿叶不脱落，但即使阳光充足，针叶也不进行光合作用。

北方森林中的树呈圆锥形，这样降雪不易在树上停留，否则积雪将堆积在树枝上，最终对其结构造成破坏。强风可摧毁整个针叶林区。有时风灾造成的损害呈波浪形推进，随后恢复的森林也呈波浪状起伏。

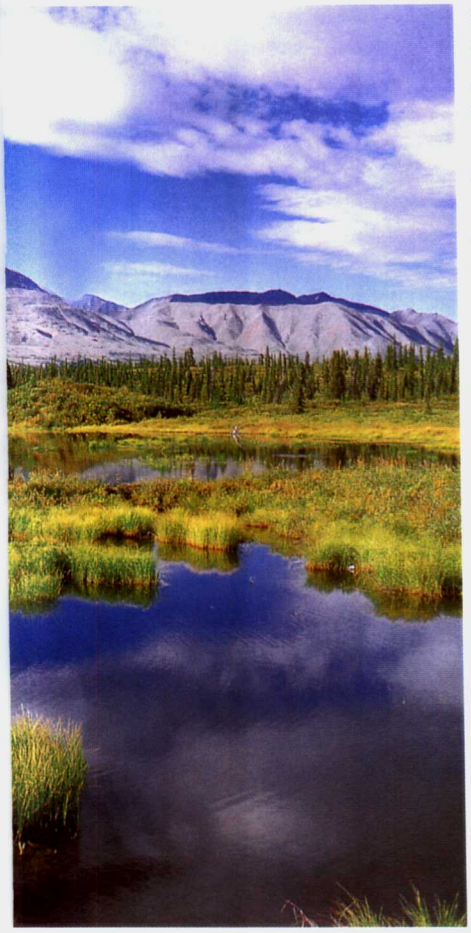
火灾也是针叶林的一个重要的常见自然现象。大多数针叶林极易燃烧，因为针叶和木质中含天然树脂。但在某种程度上，它们又能防火，因此可在火灾中生存下来。它们或是凭借其厚厚的纤维树皮防火，或是在火灾后孢子叶球裂开时使种子脱落，再度发芽。这种适应性使针叶林在一般火灾条件下明显优越于落叶林。在欧洲人到北美洲定居之前，北美洲的火灾周期约为70—100年，火灾的起因可能是雷击。

阿拉斯加境内北方森林的北部边缘地区。前景处可见河狸生活的池塘，在其周围形成一块湿地，已不适合针叶林的生长，但灌木和柳树却生长茂盛。最后，泥炭地凭借其水生演替系列(见218－219页)将占有一席之地，然后针叶林又可重新生长。在背景处，在山脉的低层，森林被冻原所取代。

土壤和养分

虽然北方森林的降水量(主要是降雪)并不充足，但夏季时间短暂而使蒸发量低，因此一些地区的土壤处于水浸状态。落叶层的分解速度也随之变慢，最后形成泥炭地。北方森林的一些地区泥炭分布广泛，上面可生长一些耐涝的常绿树木，如加拿大的黑云杉。

在排水条件好的地区，多余的水分可通过土壤排除，同时也将土壤中的养分淋溶出去，使其含量减少。此外，覆盖土壤表面的针叶落叶层可使土壤中的水呈酸性，因此甚至铁和铝化合物也随着水的流动而被带到土壤的下层沉积。由于蚯蚓不喜欢针叶林中的树脂和丹宁酸分解物，所以很少能在此种树冠层下面生存。在没有蚯蚓生活的地方，土壤不能上下混合，因此剖面可见明显的层次。淋溶下来的化学物质在剖面底



部沉积，形成一条红色物质带，称做“铁盘”，这种土壤剖面被称为灰化土。

大部分北方森林地区的土壤养分含量低，这给常绿植物提供了额外的有利条件，从而使落叶植物处于不利地位。常绿植物叶子通常可存活二年或更长，因此与那些需在每个生长季都更新叶子的落叶植物相比，能更好地保持其生长所需的养分。

有些食叶动物可能难以从针叶中获取足够的矿物质以满足其生长所需。这对麋等大型哺乳类动物来说情况更是如此。麋食用针叶树（还食用柳树、桦树和杨树），其饮食中含钠量少，而钠却恰恰是动物神经系统运转所必需的物质（但植物却不需要钠）。因此麋靠舔食土壤和泥土可补充一些钠的缺乏，但它们主要靠食用水生植被来满足其对钠的需求，因为水生植物中的钠含量要比针叶树高。这就可以很好地说明麋在夏季的饮食习惯——即它们通常在夏季长时间地逗留在浅水中啃食水生植物（见插图，196 页）。

生物多样性

在一般情况下，地理位置越靠近极圈，植物和动物种类也越少。北方森林也不例外。由于其树木种类数量有限，而严酷的冬季又限制了能在这种生境中生存的动物种类的数量，所以一些动物在冬季冬眠，如熊（见 175 页）。但由于北方森林夏季资源富饶，许多鸟类在夏季迁移至此，然后在冬季寒冷时离去。某些食虫鸟类便采取这种生活方式，其中包括鹬和一些鸣禽。相反，北美驯鹿和靠捕食驯鹿为生的狼却在冬季从冻原向南迁移至北方森林。

食草动物包括啃牧动物，如马鹿和麋，还包括以针叶树球果为食的一些动物，如红交嘴雀和松鼠。松树和云杉的球果需几年的时间才能成熟（见 39 页），因此是它们可靠的食物来源。红交嘴雀和松雀等鸟类喙已经过特化，因此其饮食习惯基于对球果的开采。实际上红交嘴雀的喙的上下部交叉在一起，可撬开球果的木质鳞片，而它们的舌头可取出可食用的种子。松鼠不但食用球果，而且还食用鸟蛋和幼鸟。狼、猞猁和狼獾捕食在地面栖居的动物，而松貂却捕食松鼠。鹰和苍鹰体形巨大，动作敏捷，其猎捕对象为树冠层鸟类和哺乳类动物，它们广泛地生活在旧大陆和新大陆的北方森林地区。在仲冬季节，森林中的鸟类较少，因此苍鹰便将注意力集中在松鼠身上。河狸是北方森林带的另一成员，对整个生态系统产生巨大影响。它们通过筑坝（见插图，161 页）可将当地地下水的水位提高，从而导致湿地面积扩大（见插图）。

北方森林中还生活着另一些食植动物，其中最为突出的是蛾毛虫。它们为数众多，有时会出现种群暴增，可将整个森林的树叶啃光，给森林留下一片荒芜的景象。朱喙蜡翅鸟、红交嘴雀和星鸦也可在北方森林中栖息，它们定期也会出现种群暴增，而且会影响到周围几百公里的地区。

管理问题

人类对森林资源的过度开发是北方天然林生存的一个主要威胁。人类为排水进一步发展林业事业，并将泥炭地作为能源进行开发利用，因此北方森林中的泥炭地也同样遭受到破坏（见 217 页）。俄罗斯的能源和园艺资源主要来自泥炭。在泥炭的燃烧过程中，可释放出二氧化碳，因此增加了温室效应（见 224 页）。北方森林中的泥炭地本身能释放出甲烷，它是大气中温室气体的一种。有人提出河狸在森林中可以扩大湿地面积，从而可能稍稍促进温室效应。

为保护北方森林，人类可能需要容忍定期的火烧。如果人们采取措施防止自然火灾，那么森林中的生物量就会增加，并且极易燃烧。当火灾不可避免突然发生时，其毁灭性的后果将无法想象。在北美洲，一些人出自善意主张防止森林火灾的发生，其结果导致灾祸定期发生，1989 年在黄石河发生的火灾便是一个很好的例子。

由于北方森林中的土壤养分低并且呈酸性，所以该地区对大气的酸化以及由污染引起的降雨酸性化极为敏感（见 224 页）。在欧洲和北美洲的工业地区，工业生产使酸性污染物释放到大气中，这对斯堪的纳维亚和加拿大地区的水域及土壤的酸化产生了严重的影响。在某些情况下，甚至会直接毁坏树木的树叶（见插图，224 — 225 页）。

参见

- 针叶树 38 页
- 生物圈 194 — 197 页
- 气候和植被 198 页
- 温带草原 206 页
- 温带森林 207 页
- 冻原和高山生态系统 210 页
- 湿地生态系统 216 页

古老的喀里多尼亚森林

苏格兰高地的大部分曾经被森林所覆盖，树种以欧洲松占优势，还有桧属植物。欧洲越橘、石楠和桦树也很繁茂。到中世纪晚期，大片的森林已被砍伐。从此残留下来的森林面积不断减少，现在只有小面积的森林生长，主要分布在凯恩格姆山附近。

苏格兰森林中最大的食草动物是马鹿，但随着其生存环境的消失，它们被迫适应了高沼泽地和山区的生境。马鹿是狼的主要猎物，然而 18 世纪时，在苏格兰森林中生活的狼却开始绝迹，这意味着现在人类需定期剔除一些马鹿。但不幸的是，人们对马鹿的管理并不总是足够的，而马鹿由于以欧洲松的嫩枝为食，成了喀里多尼亚古老森林更新的主要障碍。这一地区所存在的生态问题是马鹿种群庞大而森林面积小，两者之间无法保持平衡。在森林面积较大的地区，来自马鹿群的压力可能会缓解，因此幼苗便有机会长成大树。

冻原和高山生态系统

在高纬度地区上面的空气冷却下降形成高压气团，而极地地区便位于高压气团的下面。冷却后的空气干燥，降水量小，导致我们称之为极地荒漠的形成。冬季漫长、黑暗、寒冷。大风夹杂着刺骨的冰晶可将植被层上面突出生长的所有植物从表面刮走。因此乔木不能在上面生长，只能生长一种极矮小的树种，紧紧依附在地表或岩石表面。夏季白昼时间长，温暖且干燥，导致一些地方缺水。

北极圈地区和南极圈地区在两方面有所不同。北极圈位于北冰洋的中央，而且没有广阔的陆地块。但是北美洲和欧亚大陆的北部边缘均延伸至高纬度地区，可是南极洲却是由一块大陆块组成，上面覆盖着冰盖。它们之间的另一差别是海洋的流向不同。北大西洋的洋流流向东北方向，暖水流入北冰洋。夏季的洋水相对温暖，因此限制了海洋冰盖的形成。这就使欧洲和亚洲西部的冻原地区相应地比美洲的冻原地区气候温暖，形成大面积的无水陆地。这在南极洲，甚至在相似的高纬度地区都比较少见。

在许多方面，位于低纬度的高山地区具有和冻原地区相似的气候，气温低，也有冰暴的发生。但在其他方面又具有不同的特点。在高山生境中，夏季白昼时间较短，冬季较长。因为太阳在空中的位置较高，白天的气温也较高，因此日温差较大。降雪量通常较高，冬季积雪量较大，因此可保护植物和动物免受低温的恶劣影响。由于两地区气候相似，所以在北极地区和高山冻原地区生活的植物群和动物群的进化以及生存方式也比较相似。

秋色中的欧洲越橘。生长在森林和冻原植被交界处以上地区。

距今约2万年前，地球处于冰河时代的中期。那时在北美洲北部、欧洲和亚洲广泛地分布着许多耐寒植物和动物。从那时起，尤其是在过去的1万年里，地球上的气候开始逐渐变暖，在这些大陆的大部分地区开始出现森林，而北极/高山种类却销声匿迹了。许多种类现在只能在极地的冻原地区生长，而其外围种群至今仍生活在偏南地区的山峰上(见方框，10页)。

生物量、结构及生产力

冻原地区冬季夜晚漫长，这一不利的气候因素严重地限制了该地区的生产力。人们通常将该地区看做是寒冷的沙漠，这不仅是因为其降水量少，还因为植物的生产力低。在冻原地区，除最裸露和不稳定的地区外，其他地方都能生长植被，生物量达3千克/平方米，这与沙漠灌木丛的生物量相近。其覆盖植物的生产力每年为0.1—0.4千克/平方米，这与半干旱地区接近。

在结构上，冻原植被由低矮灌木和多年生草本植物组成，其植株呈半球状或垫子状。突出在低矮的冠层上面的芽，不但经受着强风夹带的冰粒的侵蚀，还要经受这种风对活组织的干燥作用。这种风效应引起植物种类进化成低矮的、在地上漫生的植物生长形式，其芽紧贴着土壤。人们也许会认为，在这种情况下，其嫩芽也许应生长于地下，当地的气候可能会有利于鳞茎和球茎的生长。但在冻原地区，整个冬季土壤结冻，而在夏季时其土壤也只有表层可以解冻，因此生长在地下的植物器官可能会处于永久冻结的状态。所以该地区一年生植物很少见，因为它们很难在适合生长的有限期内完成生命周期。只有一种被称为冰岛马齿苋的一年生植物已成功地在北极冻原上的杂乱岩屑堆上扎根生长。

在高山冻原地区，植物生长形式也受到同样的限制，但因为夏季太阳在空中位置较高，所以气温也较高，因此高山植物通常比北极地区的植物更能忍耐炎热夏季的高温。然而它们的植物结构的简单和低矮则和极地冻原类似。

在高纬度地区，冻原与北方森林毗邻(见208页)，中间通常有桦树带。在高山地区，北方森林和冻原之间通常界线分明，形成明显的林木线，其过渡的高度主要取决于气候(见插图)。但由于一些森林受家养放牧动物的影响而发生变化，因此分界线变得模糊不清。

夏季，一些大型哺乳动物包括生活在北极地区的北美驯鹿(驯鹿)和来自低纬度地区的马鹿、北山羊、加拿大盘羊和岩羚羊移栖冻原地区并且食用新生植物。过度的放牧压力与其他因素一起造成当地的植被稀少。

土壤和养分

尽管北极冻原地区的降雨量和降雪量都很低，但它却与北方森林一样，通常比较潮湿。其主要原因是气温低，蒸发速度慢。冻原的低处为沼泽地，并且当有机物质不能分解时便开始形成泥炭。冻原上的泥炭和土壤在冬季容易冻结，导致低层(通常位于表层下1米/3英尺处)终年冻结，即形成永冻土。同时还导致形成各种各样的奇异特征。冬季冰楔穿透土壤，夏季融化，留下水浸裂缝。这些裂缝排列独特，呈多面体状，从空中远看形似蜂巢。在坡面处，石头由于受到挤压突出在泥炭上的表面。因为冬季的首次霜冻是从地下的石头下面开始的，水在石头下结冰膨胀，迫使石头突出表面。因此它们按坡面的等高线呈带状分布。

位于中非鲁文佐里山脉海拔4500米(1.5万英尺)处的拉斯格里斯。在非洲赤道附近的高山——肯尼亚山、乞力马扎罗山和鲁文佐里山的低海拔地区植被的特点是生长有小型植物的巨型种类。在此生长的半边莲和千里光属植物高可达2米(6.5英尺)。同样，在位于热带的安第斯山脉上，生长着雏菊科的巨大成员。

在冻原泥炭洼地中，泥炭内部的冰可把地表抬起，大面积的带有冻核的土丘体系，其中心为穹形泥炭地。穹形泥炭地在持续不断的周期中经过一系列的生长和退化期。每年冬季其中心的冰不断堆积，而夏季又不能完全融化，因此，穹形泥炭地不断增长。但随着其表面的不断增高，其表面受到侵蚀，产生断裂，使本来在地衣和苔藓层下面的黑色泥炭暴露出来。夏季，深色的泥炭吸收热量，可融化冰层的中心，使穹形泥炭地塌陷，在中央形成既含有冻核，又充满水的凹陷。这一循环导致冻原植被发育的复杂格局。

在高山冻原区，景象却大不相同。其土壤在孤立的凹地中逐渐堆积，裂缝在岩石和岩屑堆上不断出现。因其坡形地形，水流速度快，在凹地中泥炭堆积的地方会形成沼泽。土壤深度不够，不存在永冻层。岩石类型对植物区系有至关重要的影响，例如石灰岩地区和花岗岩地区生长的植物就非常不同。

生物多样性

冻原气候条件极端化，其生产力低，植被结构简单，因此生物多样性也相对较低。同样冻原生境相应比较年轻。仅在过去的200万年左右，地球经历了相当寒冷的气候，产生了冰盖，所以适合这样条件下生存的种类几乎没有机会得以进化。不过一些动物和植物已适应了这种充满压力的生境，就这一点而言，这种生境就非同一般了。

冻原植物群中最突出的种类是小灌木，包括矮桦和许多矮柳种类。在高山地区生长着小型杜鹃种类，岩高兰、各种欧洲越橘以及乌饭树也可生长。其中许多种类因冻原地区冬季为长久性的黑夜而在冬季落叶，因此秋季时展现出一片秋色景象。

冻原上的草本植物包括草垫式的虎耳草、景天、剪秋罗属植物、斗篷菜和委陵菜。其中许多种类能在温暖的夏季、降雨量少的时候忍受干旱。一些植物，尤其是高山冻原植物的花颜色艳丽，其中最有名的是黄龙胆，其花形大而且耀眼夺目，这与昆虫的传粉有一定关系。为展现自身的存在并且吸引传粉昆虫，植物之间竞争激烈。

北极地区夏季昆虫众多，其中包括食花粉蝇、蜜蜂、吸血双翅目小昆虫、蚊子和黑蝇。因为高山地区的夏季比北极地区温暖，生产力较高，草原和草地牧场管理有序多样化，所以在该地区生活的蝴蝶数量远远多于北极地区。

食虫和食种子鸟类在夏季迁徙到冻原地区繁殖。它们充分地利用充足的食物来源和漫长的白昼，因此有足够的时间给其幼鸟选择食物。食虫鸟类有燕子、蓝点颏和一些刺嘴莺鸟类。此外还有一些小型涉水鸟，用昆虫喂食其幼鸟。游牧迁徙的鸭类和鹅类也可在冻原地区繁殖，昆虫是它们幼仔的主要食物来源。

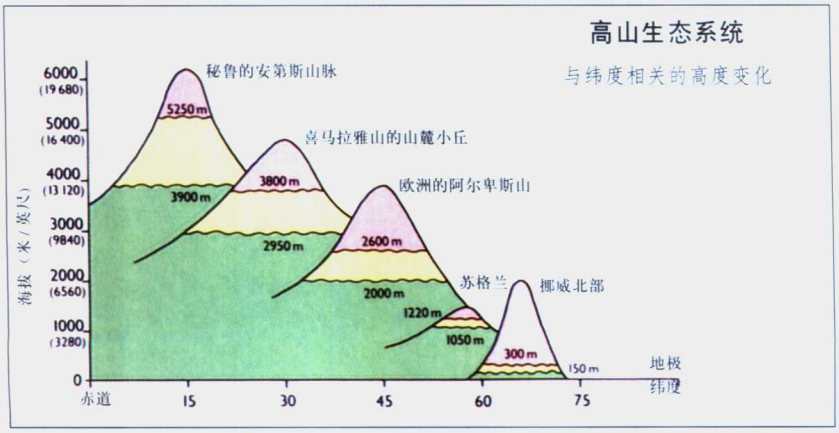
生活在冻原地区的小型食草动物数量较多，但种类较少。生活在北极的最有名的哺乳动物是旅鼠(见172页)和雪兔(见172页)。而在高山地区生活着旱獭种群。众多的小型哺乳动物为北极狐、猛枭及雪枭提供了生存机会。矛隼等其他食肉鸟类以飞禽为食。而狼从北方森林一直跟踪北美驯鹿的迁徙兽群，然后在其冻原的繁殖地对其进行捕食。

管理问题

由于人类在北美洲的冻原地区发现了石油，从而引起持续生存及保护等一系列问题。人类活动的压力，如有轨车辆在冰面上的使用，对植被产生了腐蚀和毁坏作用。而在生产力如此低的冻原地区，恢复原貌的过程极为缓慢。此外人们还修建了许多四通八达的管道，从而影响了北美驯鹿的迁徙路线，因为它们害怕靠近这一奇怪的新结构。

在高山冻原地区，因人类开发滑雪坡地，同样也带来类似的问题，包括在修建过程中对植被的破坏以及在使用过程中对植物和土壤的压实作用。

冻原地区所面临的一个新的问题是全球可能变暖这一可能性(见224页)。温暖的温室气候可能会使北方森林向北延伸到北极地区，同时也可能会使高山上的林木线提高，从而限制冻原地区的面积。在较温暖的地区，这是受到威胁最大的生物群落之一。



参见

- 生物圈 194—197页
- 气候和植被 198页
- 北方森林 208页
- 大气的变化 224页

人造生境

地球上陆地的表面几乎每一寸土地都受到人类的影响。有害物质和杀虫剂随处可见(见226页)。最近在大气中发生的变化证明人类的这种影响是全球性的(见224页)。尤其需要引起人们注意的是地球表面上的大部分生境为人造生境,其分布范围广泛,从经过人类改造的以及放牧过度的草原到没有任何光合作用输入的城市生境、人造生境到处可见。

早期人类杂食性的打猎活动和采集活动说明了人类成功的重要原因。由于没有过度特化,或用生态术语说,具有宽广的生态位,所以人类在生存之战中处于优势地位,尤其是在地球上气候发生广泛变化的过去200万年之间。在打猎者和采集者为一体的社群中,食物供给限制了种群的发展。但在距今约1万年前最后冰川时期结束以后,农业的发展为人类提供了可靠的营养物质来源,从而促进了人口的增加。

农业生境

植物和动物的驯化要求控制环境以满足驯化物种的需求。例如,野生谷类植物为一年生禾本科植物,在没有树木生长的扰动土壤中生长最为茂盛,这种生境在冰川期结束时常见于中亚地区。但随着气候的变暖,林区的生长延伸至这类地区,因此人类需清除树木的树冠层进行耕作,以维持或增加其生产力。当人类将谷类作物移种他地时,如移种欧洲北部时,耕种就意味着清除原始林木。

对放牧牲畜的驯化(驯化了的牛科动物,见114页)也需要类似的要求。绵羊和山羊原产于半干旱地区的低矮灌木丛和干草原上,但它们在没有树木生长的生境中茁壮成长。牛类的祖先是古代欧洲野牛,原属森林动物种类,但如果将其在开阔的草原上放牧,其生产力高于让其在森林中自由地啃食或圈在牛栏里给其喂食森林产品。因此,在欧洲,随着农业的传播,对温带森林的破坏也就不可避免。

北美洲的情况与之相似。在美洲中部,人类对玉米的归化为农业耕作打下了基础,而农业耕作的向北扩展意味着人们必须清除小面积的林区以便于耕作。然而,放牧牲畜还没有被驯化,因此在17世纪具有重要意义的欧洲殖民开始之前,对森林植被的影响不大。

18世纪在欧洲开始的工业化对农业也产生了重大的影响,这主要表现在两个方面:一方面,配备新的机器能够提高农业生产效率。另一方面,化肥的生产为农业提供了新的机会,提高了土壤肥力。工业的发展促进了生产力的提高,因此在某种程度上促进了人口在过去的150年中的增长。现在,人类代表着地球上动物的总生物量的4%,消耗地球上初级生产力的约0.7%。

可耕作的农业生态系统的特点是极端水平的干扰。植被一般只生长一个生长季便被收获,然后翻耕土地,播种另一种作物。因此植物多样性少,理论上讲只生长有一种作物(单作),但在实际上与作物同时生长的还有杂草,被称之为"污染物",它们本身为一年生植物,种子产量很高,在土壤中寿命长。从长远情况看,这给野草在如此具有"毁坏性"的生境中提供了最好的生存机会。

可耕作生态系统的能量流基本上非常单一,因为人类已开发出一种周期短的线型食物链,即从初级生产者——农作物直接到人。但是现代农业耕作开始使用矿物燃料操纵农业生产中使用的机器,并且生产出用于土地的化肥,因此给能量方程带来新的难题。考虑到这一方程的组成,那么我们以土豆的形式每消耗一个单位的能量就需要使用同等能量的矿物养料去种植土豆。实际上,我们已将矿物养料的能量转化为土豆的能量含量。在现代农业中,以这种形式出现的能量补充虽然听起来可能滑稽可笑,但在经济上却具有重要意义。因此土豆应比石油或煤更应引起重视。这种能量补充可提高食物产量,从而促进人类人口的增长。

人类采取的管理措施,其中包括杀虫剂的使用,不利于农业生态系统中动物生命的生存。假如只有一种合适食物来源的单作植物,那么在耕作生态系统没有保护的情况下,无脊椎食草动物就

绿色大地,但却不是"绿色",可耕作的单作作物就其物种多样性而言实际为一片沙漠。相比之下,另一人造生境——高速公路植草边沿已具有多种多样的植物和动物,因为它们通常不受除草剂和杀虫剂的影响。在高速公路的边沿经常可见一些小型的猛禽在空中盘旋,如红隼,这足已表明其生境的丰度。

位于英国约克郡的欧石南沼泽也是一人造生境。在史前，上面就没有树木生长，只用于一般性的放牧活动。18世纪和19世纪，土地所有者将其圈起，用作猎取松鸡之场所。为保留欧石南植物，人们定期将其烧毁，因松鸡喜欢食用植物幼苗的嫩枝。

有机会侵入并扩大其种群。如果耕种地区面积小，并在周围有处于半自然状态的生态系统，如植草边沿和矮树树篱，或者零星分布有小面积的林区，那么在附近地区，肉食动物的种群就会增加，从而可以对有害的无脊椎动物的数量加以控制。但是当耕地面积日益扩大而田边地头越来越少见时，生物多样性消失，使害虫的天然控制潜力下降。脊椎动物在这种生态系统中比较少见，因为在耕地中生存的大多数鸟类和哺乳类动物同样也需要周围生态系统的保护。只有几种生活在干草原的鸟类如小鸨已经适应耕作田间的生活。然而，人类为管理土地所采取的现代机械化技术又给那些在耕地中栖息的动物种类的繁殖造成新的威胁。

在畜牧生态系统中，人类从第二营养级(见194页)收获产品(肉、奶或羊毛)。这与直接利用初级生产力相比较效率较低，但人类可在不利于农业耕作的生境和土壤上进行此项活动。如果人们考虑到地球上初级生产力的总体放牧压力，那么14.5%起因于家畜的活动。

畜牧生境的扩展，为许多动物和植物提供了扩大其领域的机会，这一点在那些来自大陆草原生物群落的种类身上反应尤为突出。但是大量化肥和除草剂的使用却使一些禾草类植物也能茁壮成长，成为这一地区的主要植被，同时排除了一些小型的、生长速度缓慢的植物。这些管理技术所产生的总体效果是在提高生产力的过程中，降低了草原上的多样性。

相比之下，在人类没有对割草草地进行集约管理时，植物和动物种类繁多。但是自从人类在该地区开始使用化肥，并对其潮湿地区进行排水以后，降低了该地区的生物多样性。在欧洲，人们对草地进行“改良”致使长脚秧鸡这一鸟类深受其害。它们曾经在割草草地上为数众多，但现在仅生存在采用传统耕作方法的小面积地区。

城市生境

在人类历史发展的过程中，随着农业的不断发展，出现了城市的发展。在某种程度上，城市的发展依赖农业的发展。就生活在城市中的个体和群体而言，可靠的食物来源是他们特殊活动的条件，因此在其成员之间形成更加复杂的相互依赖关系。有了这种关系，社会生活才具有重要意义。

城市化意味着对生态系统进行重大的改变。在这一过程中，某个地区的初级生产力将被葬送。居住在其中的有机体(人)将他们所需的能量从外界输入。其环境的物理结构在某种程度看起来好像岩崖。人们不难发现，与人类同居在新环境之中的鸟类有棕鸟、鸽子和寒鸦，而它们原来都生活在悬崖之中。这些种类已将水泥丛林中的框架和裂缝作为它们的栖息地和筑巢地。人和狗等动物所排出的废物成为这类动物以及其他食腐动物的可靠能量来源。而一些食杂动物已学会了利用城市的条件来满足其自身的利益，其中包括鸢、大鼠、小鼠以及最近出现的狐狸和浣熊等。一些种类已广泛地分布在世界各地。同时又出现一些新的生物，它们不断调节其行为方式，因此它们的生活习惯已适应了城市的需求。在最近的几十年中，生活在欧洲的黑头鸥已成为城市动物种类，赤狐也是如此。与生活在乡村的同类不同的是，城市的狐狸不靠狩猎生活，而是食用废物以及花园堆肥堆中生存的无脊椎动物，如蚯蚓等。

从许多方面看来，现代城市就是沙漠。不仅其初级生产力低(花园和公园除外)，而且气候相对湿度低，温度却高于周边地区。冬季虽然气温低，但仍比周围的村野高出3℃(5.4 F)因此像环颈长尾小鹦鹉等亚热带鸟类都能在北至纽约和伦敦等城市中找到立足之地。虽然它们很难逃避人类的捕捉，但残留下来的种类仍能维持其种群的生存。

如果我们把城市看做是沙漠，那么城市中的公园和花园便是绿洲。许多种类在此种生境中栖息，其野生动物，尤其是鸟类的多样性已远远地高于许多自然生境。这主要是人类对其中的人工植物种类精心管理的结果。城市中的水生人造生境结构对鸟类尤其具有吸引力。在纽约、开罗、新德里等许多城市中都可见到从水鸟到鹭等各种鸟类。

城市与寄生生物

许多从属性生物很容易在人类种群中寄生，其中包括细菌、肠道寄生虫、虱和跳蚤等(这与其他单一物种种群的密集存在一样)。人口爆炸和害虫盛行是城市居住地有史以来的典型特点。由于人类拥挤地居住在一起，因此导致结核和流感等一些疾病的产生。害虫之间的相互关系使局面复杂化。例如，从罗马时代开始，黑鼠就在城市中猖狂生存，它们能将寄生于身体上的跳蚤传播给人类，从而传染腺鼠疫病(见方框，134页)。

参见

- 生物圈 194—197页
- 陆地生态系统(管理问题) 200—211页
- 湿地(管理问题) 217页
- 大气的变化 224页
- 污染 226页
- 正在消失的生境 228页
- 害虫及其防治 230页
- 自然保护 232页

城市为多种多样的动物种类提供愉快的猎食之地，甚至包括像美国的浣熊这么大的哺乳动物。

岛 屿

世界上任何纬度和任何气候条件下都有岛屿的存在。它们具有许多共同之处，因此研究岛屿意义重大。首先岛屿难以靠近和占据，尤其是对动物和传播方法差的植物来说，情况更是如此。实际上，某些种群在岛屿上，尤其是在食物非常有限的小岛上，很难生存和维持生活。此外，一些岛屿容易遭受自然灾害，而恢复原貌又很缓慢，这主要是因为生物向这里迁移将会困难重重。因此岛屿对迁居生物来说是极具挑战性的。

但是岛屿也同样给迁居生物创造机会。迁移中的困难同样对食肉动物、寄生动物和疾病发生作用，因而减少了某些动植物受到的压力。同时由于生态位窄也限制其竞争对手的数量，因而只允许那些确实能够生存的种类才能发生多样化演变。

因此岛屿，尤其是偏远地区的岛屿，为人类提供了有利的生物地理学和进化的研究地点。此外，人类已成功地应用了岛屿生物地理学来选择和设计自然保护区(见233页)。

迁移速度与灭绝速度

与大陆同纬度相应地区相比，岛屿上的生物种类较少。要想解释这一现象需要考虑其种类迁移与灭绝的速度。生活在大岛屿上面的生物的迁移速度要比小岛屿上的快得多。因漫游的动物碰到大岛屿的可能性更大，因此这将有利于提高达到最终平衡时的物种数目水平。事实上，人们很难证实这一点。但对佛罗里达群岛的研究表明情况确实如此。在这一实验过程中，人们将生活在大小岛屿上的动物都迁移出境，然后仔细监视随之而来的动物种类的再度回迁。在加拿大湖区，人们在冬季霜冻时也进行了同样的实验，因为冰冻时，人们可以在雪地跟踪动物的踪迹，从而可以记录其迁移的速度。

迁移不仅取决于岛屿的大小，而且还取决于大陆和附近岛屿的距离。岛屿离大陆越远，迷失或游走的生物在岛屿上登陆的可能性也就越小。

灭绝的速度与岛屿的大小也有联系。面积非常小的岛屿无力供养多数陆生植被。因此只有海洋的或近海的种类才能在岛上生存。岛屿面积越大，其资源就越丰富，生存的机遇也就越多，可存活的种群就有机会繁衍生息。但是在植物和动物的生长过程中，还有一些其他的重要因素。例如，不同生境中的多样性也有所不同。如果岛屿具有广泛的、多种多样的地形和地质，不同的土壤类型或者甚至具有不同的小气候，就更易于满足较多个物种的需求，动植物的灭绝速度也就能得以减缓。因此迁移和灭绝速度之间的平衡是最终决定生活在岛屿上的物种数目的重要因素。

中国台湾东部一小岛上特有的一种猫，1967年发现。由于农业和旅游业的发展，其生境丧失，种群数量已降到约80只。

夏威夷菊为麻迪菊的一种。图中展现的夏威夷菊生长在毛伊岛沉睡的火山上面，正处于开花期。只有靠风、水和鸟类传播种子的植物才能移居像夏威夷群岛这类离大陆这么遥远的岛上。一旦生根生长，其单个物种常常能迅速多样化，以填补其广泛而空旷的生态位。夏威夷麻迪菊共有41种，其中包括灌木、乔木、藤本植物和地被植物。人们认为它们都是从惟一的一种在太平洋海岸生长的麻迪菊演变而来的。这一单一物种已适应了各种生境，包括从极其干燥到极其潮湿的生境，从海平面到高海拔处。

一些岛屿的成因是由灾害性地质隆起而形成的，例如火山爆发。位于冰岛附近的塞思岛就属于这类岛屿。其他的一些岛屿是因珊瑚堆积而缓慢形成的。在这两种岛屿上，起初都不能生长陆生植物。它们依靠迁移而开始其自身的发展过程。但有些岛屿的情况则与之不尽相同。这些岛屿曾经与大陆连为一体，但随着海平面的升高而与大陆分离。在这种岛屿上，最初植物群区和动物群区均相当丰富。有时处于过度饱和状态，多于岛屿所能供养的种类数。在这种情况下，其种类灭绝的速度就比迁移的速度快。

隔离与进化

一旦与其他种群分隔，岛屿上物种就将沿着无法预料的路线进化，形成独具特点的种类，所以从古至今它们一直是生物学家们其中包括达尔文关注的对象(见12页)。将动物移栖到岛屿上使之散布繁生已不是岛屿进化趋势的必不可少的环节，相反或许会给动物带来危险。如果没有捕食者，鸟类便会失去飞行能力，如新西兰的鹬鸵和短翅水鸡及原产于毛里求斯的渡渡鸟。失去飞行能力的昆虫甚至更多。

在没有激烈竞争的条件下，一些种类的进化是以辐射的方式沿着不同路线同时进行的，不同路线所起的作用也不同。所以同一祖先可演变出一系列具有不同结构和生态位的物种，如发现于加拉帕戈斯群岛的雀科鸣鸟和夏威夷群岛上的美色食虫鸣鸟(见16—17页)。在植物界，我们也可见到类似的例子。例如，产于夏威夷的麻迪菊为草本植物，甚至已进化成树木，使它避免了已占据同一生态位的强大对手的竞争。

如以这种方式进化，某些类群的数量之多将无法预料。其中包括位于大西洋南部的圣赫勒拿岛上的树形千里光属植物或产于印度尼西亚群岛的一种超大型蜥蜴，还有现已灭绝的恐鸟和产于新西兰的一种无飞行能力的鸟，它们所起的作用和原来生存在大陆地区的植物和动物的作用相同。所不同的是它们现在只能在有限的区域内进化。这种现象在岛屿中普遍存在。

然而，在竞争不激烈的情况下进化的种类却通常对更强壮的引进种束手无策。例如产于新西兰的鹦鹉不会飞行，并且因受到引进种啮齿动物和猫科动物的捕食影响，现已濒临灭绝。一个种类的消失可能将另一个种类推向灭绝的边缘，生活在毛里求斯的渡渡鸟就属此种情况。有一种乔木的种子已无法在岛上发芽，因为它们必须经过渡渡鸟的肠子才能发芽。一个种类的灭绝会导致一大批其他种类灭绝。

参见
- 进化 12—17页
- 种群动态 172页
- 生物圈 194—197页
- 珊瑚礁 215页
- 自然保护 232页

珊瑚礁

珊瑚礁是最丰富多彩和最壮观的自然生境之一，由珊瑚和海藻(见53页)的共生群落组成，含灰岩(碳酸钙)骨骼。当个体生物死亡时，其骨骼成分残留下来，然后在上面滋生新的一代。因此逐渐堆积起巨大的结构。

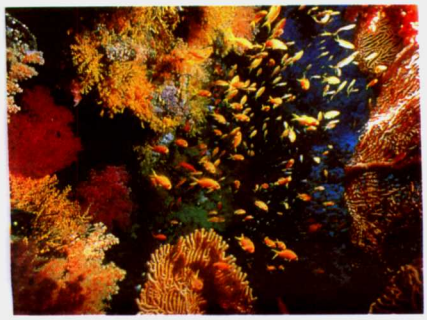
只有温水域才有珊瑚礁，一般水温在21℃(70°F)以上，因此在分布上属亚热带和热带地区。因为海藻和造礁珊瑚都需要光线，所以珊瑚礁只局限于清澈的浅水水域之中。珊瑚在含有沉渣的水域中不能很好地生存，又不能在淡水中生存，因此在港湾附近没有珊瑚礁。由于土地利用的改变，致使更多的沉渣流入海洋，所以珊瑚礁正在逐渐减少。

珊瑚礁的类型

珊瑚礁有3种类型：裙礁、堡礁和环礁。其中以裙礁最为常见。在多数热带国家的海岸上，裙礁直接延伸入海。它们与堡礁的不同之处在于堡礁有大面积的泻湖使之与大陆分开。在离澳大利亚东部海岸不远处有一大堡礁，是由活生物体构成的最大的礁体结构，总长度为2027公里(1257英里)，其泻湖宽150公里(90英里)。环礁在结构上呈环形或马蹄形，中间有泻湖保护。人们认为多数环礁是由小型岛屿附近的裙礁形成的。环礁的下沉速度很慢，因此珊瑚向上增长的速度可与其下沉的速度保持一致。最大的珊瑚环礁位于马绍尔群岛中的荟贾林岛，其珊瑚礁弧长283公里(175英里)，中间有2850平方公里(1100平方英里)的泻湖。

瑚礁带

典型的裙礁一般由几个带组成。靠近陆地的为后礁，位于背阴面的浅水水域，有珊瑚碎块、珊瑚头以及许多水草地。下一层为礁背，位于非常浅的浅水水域，波浪拍打礁石时，浪花迸溅。此处的生存条件对珊瑚来说比较艰难，主要生长有珊瑚藻，外部有硬壳。在较深的水域中波浪作用相对减弱，这一地区被称为礁前，珊瑚是此处的主体。生活在海水表面的珊瑚一般瑚体强壮，能经得起巨浪的冲击。而在深水域或隐蔽地方的珊瑚比较纤弱。通常礁前上面有支叉和沟槽，水流流动方式复杂，为千姿百态的珊瑚创造了有利条件。生活在礁前处的珊瑚种类最富有多样性。但随着水的深度的不断加深，种类也随之减少，这主要是因为几乎没有珊瑚能适应光线暗淡的深水生活。因此珊瑚在其群体中失去重要地位。深水中的礁石垂直向下倾斜，被称为礁崖。虽然礁崖是由早期的珊瑚组成，但现在却形成了一个没有活珊瑚的群体，其主体为海绵(见52页)和柳珊瑚(见53页)。



珊瑚礁是一种最美丽的自然生境，但在世界许多地区，因旅游业的压力而使如此美丽的生境遭到破坏。潜水员和潜水艇很容易不小心撞坏纤弱的珊瑚，但在许多瑚礁上，人类随意移取标本已造成更加严峻的问题。

堡礁从外观边缘来看在结构上与裙礁相似，不同的是在其背阴面却有多种多样的不同类型的群体，其中包括各种珊瑚群体、许许多多草地和海榄雌沼泽(见216－217页)。环礁迎风的那面与礁石相似，但在背风面及其自身的泻湖中，在其表面会出现一些纤弱易碎的珊瑚。环礁的底层为沙质底层，因此形成截然不同的生境。

生物多样性

在一个环礁或礁石上可能有多达150种的珊瑚生存，各有其各不相同的生态龛和结构。一些状似细细的枝叉，另一些呈扁平状，还有一些形成巨砾。珊瑚上的水螅虫大小不等，长有长短不一的触手，适合捕捉不同种类的浮游生物。珊瑚有两种食物来源：晚上捕捉浮游生物以及凭借其与小型海藻细胞的共生关系而获得食物。这些海藻细胞因受到环境的保护而在生活上受益，而且还利用珊瑚细胞中的含氮废物促进自身的生长。而反过来，珊瑚接受了过多的碳水化合物和由植物细胞所产生的脂质。从某种角度讲，海藻细胞的存在同样也促进珊瑚骨骼的形成，但这种解释尚未得到证实。

白天的珊瑚礁内富有生气，形状、大小各异的鱼类穿梭往来，形成多种多样绚丽多彩的景象。这一多样性的形成是因为珊瑚礁的复杂结构能为鱼类提供广阔的环境和捕食机会。丰富多彩的鱼类也可说明其环境的生产力。在珊瑚礁中生活的许多鱼类颜色鲜艳夺目，这在某些情况下为警戒色，但在多数情况下，是在其他鱼类中区别配偶的一种手段。

多数鱼类凭目力捕食，因此仅在白天时比较活跃。这对生活在珊瑚礁中的其他动物的活动影响很大。白天，瑚礁是饥饿鱼群的天下，因此几乎没有无脊动物出来活动，那么珊瑚也就无法探测浮游动物，所以为安全起见，白天多数珊瑚将触角缩回体内。然而与其共生的藻类此时便可以积极地进行光合作用。同时在瑚礁中可见柳珊瑚、海葵、海绵以及一群固着生存的无脊动物。它们其中许多种类可展现出警戒色，以表示它们不合鱼类的口味。

晚上的情况则截然不同了。黑暗的降临使珊瑚免受鱼类的捕食。浮游生物以及其他游水无脊动物如枪乌贼从瑚礁的洞穴中出来。海底爬行动物如软体动物、海胆、海蛇尾及各种各样的螃蟹出来进食。软体虫张开其触角扇，珊瑚也伸展触角捕食浮游动物。

在珊瑚礁上，来自捕食动物的压力巨大，在固着生物中为争夺生存空间而展开的竞争也很激烈，因此生活在珊瑚礁中的动物具有广泛的多种多样的防御适应能力。许多种类有毒，并且有刺；其他种类有某种器官能射出毒液。众所周知，珊瑚利用其蜇针细胞、毒液或其他手段以获得其生存空间。

许多动物实际上生活在珊瑚礁之中逃避被捕食。一些海绵、蛤、软体虫以及海胆可在石灰岩上面钻洞，而其他的一些动物则利用未被占用的洞穴为己所用。

积聚与分解

只要珊瑚积极捕食，健康成长，那么其生长过程中就会遗弃钙质骨骼。其增长速度取决于珊瑚的种类，一些种类一年能增长几厘米。珊瑚的钙质骨骼与大量的钙质海藻一起促进了珊瑚礁的形成。与此同时，各种生物可能会钻入珊瑚，这种活动可能会严重地损害瑚礁。这种作用下产生的后果在暴风雨过后经巨浪作用后的瑚礁上表现最为突出，它对瑚礁造成巨大的破坏。虽然纤弱的珊瑚受到破坏，损失惨重，但其分离的碎块仍能生存并且重新生长，从而恢复其瑚礁原貌。长棘海星(见54页)以珊瑚为食，因此对珊瑚礁构成另一种威胁。在1959—1971年之间，这些海星种群暴增摧毁了大堡礁大面积的活珊瑚。

参见

- 海洋无脊椎动物 52－57页
- 鱼类 66页 70－77页
- 岛屿 214页
- 海洋生态系统 220页

湿地生态系统

湿地生态系统形成于水滞留处，生有相应植被。这种生态系统存在于淡水水体(湖泊和池塘)的边缘和沿海的咸水区。为了方便起见，将湿地分为淡水型和咸水型，但是在河湾地区，两种类型之间的转变是逐渐的，离河口越远，咸水的影响越小。

湿地生态系统遍及世界各地水资源丰富地区，甚至分布于较干旱地区。在非常潮湿的地区，甚至可以在高原或坡地上发现它们，但是在较干燥的地区，它们仅限于积满排水的谷地。湿地的共同特点是有浸水的土壤，尽管并非全年都是这种情况。有些湿地基本上是季节性的。湿地上植被覆盖物都能适应水的长期浸泡。莎草科等植物几乎遍及世界上所有的湿地，而有些植物，如热带美洲红树，由于受气候限制，仅在某些特定地区生长。湿地生态系统中生物种类多样而独特，这是它的重要性所在。加上它容易受到人为破坏，因而受到环境保护主义者的极大关注。

生物量及结构、生产力

湿地生态系统包括高产和低产两种。热带沼泽地是世界上最高产的生态系统之一，它以大约3千克/平方米的速度生长，生产力每年超过10千克/平方米，甚至超过了热带森林系统和珊瑚礁系统。但是它的生物量要远远小于森林的生物量，只能达到5千克/平方米。甚至温带地区沼泽也是高产型，有时能达到每年2.5千克/平方米。

沼泽是一种常年供水充足的生态系统，即使在旱季里，水位仍然在土壤表面。沼泽地中可能长满蒿草、芦苇和苔草或者乔木。生长乔木的沼泽地具有更复杂的结构和微小气候。覆盖森林的沼泽地在淡水和咸水生态系统中都能见到，他们比草本沼泽地有更高的生物量。在北美洲，swamp一词用来指森林覆盖的湿地，而草本植物居多的湿地被称为marshes。

红树沼泽是热带沿海地区典型的湿地生态系统。

土壤中大量腐烂物质的堆积导致了整个地区地面上升，形成了大片的圆丘，使江河排水受到影响，这样的湿地叫做泥沼。有些地区，如东南亚热带地区，这些升高的泥沼覆盖着森林。温带海洋地区的泥沼中主要是泥炭藓，这种树木稀少的泥沼中的生物量低，生产力小，产量每年经常只有0.1千克/平方米。

无乔木泥沼结构相对简单，浓密的苔藓和低矮的灌木与开阔的水面交错排列，水面有时呈带状，一条条分布在泥沼表面。

土壤和营养物质

外界物质不断地渗入到湿地土壤中，这是湿地土壤的特别之处。这些物质可以是来自周围汇水处的无机矿物质，也可能是当地或其他地区植物的枯枝败叶构成的有机物。这些物质进入土壤中以后，土壤自身的容量增加，使其表面高于水平面，随着生态系统逐步形成，泛滥很少发生，这种情况在淡水和咸水湿地中都有存在。在风平浪静的沿海地区发展起来的咸水沼泽地逐渐汇集了由水流带来的淤泥和土。但由于地表升高，这一地区很少发生洪水，土壤中悬浮物质的来源逐渐减少直至达到平衡。在这种平衡状态下，偶尔的海水泛滥阻止了非咸水物种的侵袭，但由于泛滥不常发生，土壤堆积已经基本停止，只有海平面的升高能打破这一平衡。

河水和溪流把淤泥带到沼泽地，植物腐烂后使沉积加厚，因此淡水湿地生态系统在早期发展阶段也有类似的过程。有机物质不断增加，沉积物表面不断升高，直至超过水平面。在这个阶段，空气渗透到上层土壤中，分解过程加快，泥炭藓像海绵一样吸收水分，土壤中再次存水。这段时期，死苔藓是新生土壤的主要来源。由于土壤表面已升高，远离营养丰富的水面，因此地表的营养完全取决于降雨。雨水多是酸性的，而且营养成分很少，再加上泥炭藓本身消耗营养并产酸，造成土壤缺乏养分。因此淡水湿地的植物演替造成土壤由营养丰富向贫瘠的转变。

生物多样性

在湿地发展的早期阶段，植物种类不多，无论是淡水沼泽地还是咸水沼泽地均如此，有时只生长一两种主要植物，并大量繁殖。但土壤中常有丰富的无脊椎动物，吸引着多种鸟类。从保护野生动物的角度来说，湿地的这个特点是非常重要的。温带咸水沼泽地的重要性在于其间生活着大量涉禽和水鸟，特别是鸭和鹅。淡水湿地冬季结冰时，这些鸟类就来到泥滩和咸水沼泽区捕食。在高纬度冻土带的水鸟和涉禽在低纬度的湿地过冬。不同涉禽的腿和嘴的长度决定着涉水和觅食的深度，因此它们拥有各自的捕食地区和方法。水鸟也有不同的捕食技能，有些能深入到海水中觅食，而另一些受颈长的限制，仅活动于浅水中。许多鸟只在退潮的时候才在泥滩上捕食。

有些热带咸水湿地覆盖着森林，生长着红树。红树和其他湿地植物面临着这样一个问题：在土壤浸水、空气很难渗透到根部的环境下，必须得到足够的氧气才能生存。经过长期进化，红树的根部伸展到淤泥和水面之上，能够直接从空气中得到氧气。

红树沼泽地生活着鸟类和其他动物，包括美洲红朱鹭和捕鱼的镖鲈类。灵长类的长鼻猴，是婆罗洲红树沼泽地带所特有的。盛产于这种生态环境的咸水鳄鱼——体型最大的鳄鱼主

奥卡万戈三角洲

博茨瓦纳西北部的奥卡万戈三角洲是世界上最大的湿地地带之一。旱季时面积为16,000平方公里(6175平方英里)，雨季为22,000平方公里(8500平方英里)。其他河流不流入海中，而奥卡万戈河能够流经盐田，通过三角洲许多出口有助于将盐份冲走。三角洲上有各种不断变化着的生态环境——开阔的水面、由纸莎草芦床和漫滩草地构成的季节性或永久性沼泽、生长树木的无数小岛等。多种栖息地为种类繁多的动物提供了生存场所——鳄鱼、犀牛，甚至还有象、羚羊、各种鱼类及水鸟。但是，三角洲的大部分地区得不到保护，因为这个多沙漠、缺水的国家越来越多地从奥克万戈河抽取灌溉和工业用水。

要分布在东南亚和澳大利亚北部地区。当海潮将鱼类冲到这种树根上翻的复杂栖息地时，鱼类以江树林为食，退潮时，有一种弹涂鱼会留下来，它们能用尾巴抽打地面，在泥地上前进。

淡水沼泽地也有丰富的鸟类，包括许多种苍鹭。苍鹭能用长腿在高芦床上移动。有些鸟，如麻鹅，在遇到危险时，能利用有条纹图案的羽毛和上翘的喙充当伪装，逃避捕食动物。苍鹭捕捉鱼和青蛙，而其他鸟类则以这一地区丰富的昆虫为食。在沼泽地上筑巢有些困难，有些鸟，如苇莺和红翅美洲黑鸟，把巢挂在芦苇上。分布广泛的鹞和仅产于美国佛罗里达的埃弗格雷鸢等捕食鸟对芦床的袭击会威胁到它们。

经历演替过程之后，沼泽地的树林被泥沼的植被所取代，动植物种类都有所减少。在许多方面，泥沼与冻原都很相似，冻原中的涉水鸟等物种在原栖息地以南的地区生活得很好。

管理问题

湿地面临的问题有两方面。有些湿地受到排放废水的影响，废水中的污染物来自于工业、城市污水或田地中过多的营养物质。水的问题直接(如水面上漂浮的泄露石油)或者间接(如氮肥和磷肥使一些植物狂长，另一些植物死亡)地破坏着湿地系统。

第二个问题是湿地的经济开发需要降低水位。因此，排水破坏了世界各地不同种类的湿地生态系统。例如，沙捞越的沼泽森林正被辟为农田，英国大部分沼泽地也在变作农田，爱尔兰、加拿大、俄罗斯的大面积泥沼也被排干用来开发泥炭。泥炭是非常有价值的能源和园艺产品，但不能再生，泥炭沼的再生需要几百年，甚至几千年的时间。许多泥沼由于太浅或无法提取泥炭而被排水造林。即使湿地的开发仅限于某一地区，它们也会影响周围的湿地，导致周围的湿地变干。

湿地是全球最受威胁的生态环境，自然资源保护组织将其列在资源保护对象的首要位置。

参见

- 生物圈 194—197页
- 气候与植被 198页
- 北方森林 208页
- 淡水生态系统 218页
- 海洋生态系统 220页
- 正在消失的生境 228页

淡水生态系统

淡水栖息地在面积、历史和水质方面有极大的多样性。它们基本上可以分为流动和静止两类。雨后的水洼、花园中的小池塘、面积庞大的北美五大湖都是水生生物的栖息地；同样，涓细的小溪和亚马孙河都是流水栖息地。这种多样性提供了各种挑战和机会。

热带雨林中树杈间的存水也许是形成栖息地的最小的“池塘”，水量可以达到500毫升(30立方英寸)，而水量最大的湖——西伯利亚的贝加尔湖，容量是2300立方公里(5518立方英里)，面积更大的是面积达82,350平方公里(31,787平方英里)的苏必利尔湖。世界上最大的河流是亚马孙河和尼罗河，长度大约为6500公里(4000英里)，而亚马孙是世界上流量最大的河流，它以每秒120,000—200,000立方米(160,000—260,000立方码)的流量汇入大西洋，它的流速非常大，以至于河口80公里(50英里)以外的水仍为淡水。

静　水

湖、池塘和水潭是由水充满某一空间而形成的，人和动物(如河狸)的活动、地面变化、地质构造层的运动(见8页)都可形成空间。空间的历史可能很长，也可能很短，因此，其间的生物可能复杂多样，也可能种类较少。水中生物的数量和种类取决于水的化学成分，而化学成分由当地土壤和岩石的性质决定。我们用富营养、营养不良和贫营养来区分化学性质不同的湖泊。

低地上最常见的是富营养湖泊，它们多位于疏松岩石(如石灰石)风化后形成的碱性土壤中，矿物质通过这些疏松岩石渗透到湖水中。这种水被称为硬水，钙、钾、镁的含量很高，植物生长所必需的氮、磷含量也很丰富，从周围地区进入这些湖中的沉淀物也富含营养，因此动植物能够在此大量繁殖。浮游植物的生长使湖水呈淡绿色，而且不透光，湖边茂密地生长着水生植物。由于光合作用，水面含有丰富的氧，而水底由于大量植物的腐烂，几乎没有氧气。钙能够促进植物分解，进而促进了营养物质循环，提高生产力，这对需要钙质的蠕虫和蜗牛也是有益的。

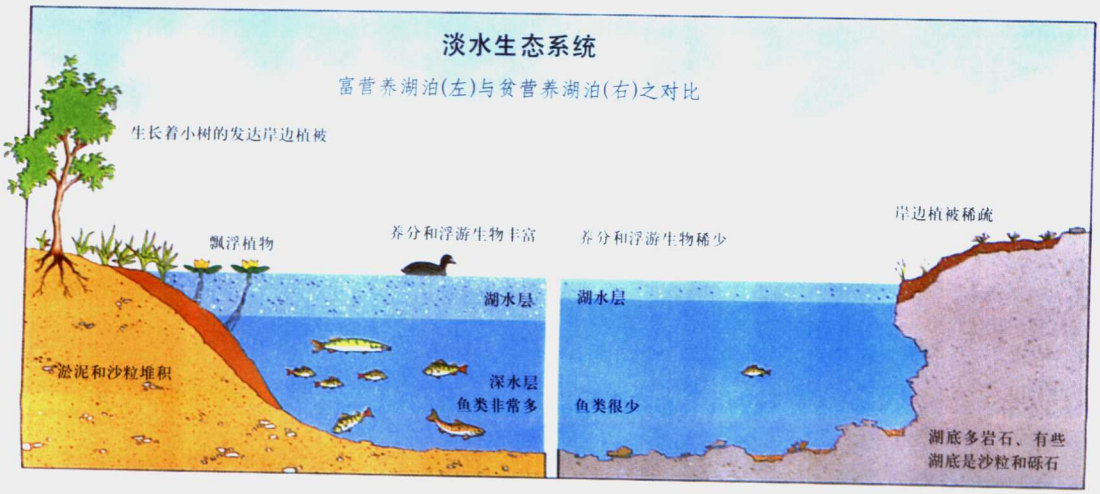
营养不良的湖多见于酸性土壤的荒野和泥炭沼，颜色是独有的褐色，这是由腐殖酸和植物物质造成的。这种湖水有机物含量很高，但钙和其他盐离子缺乏，动物很少，多为昆虫。

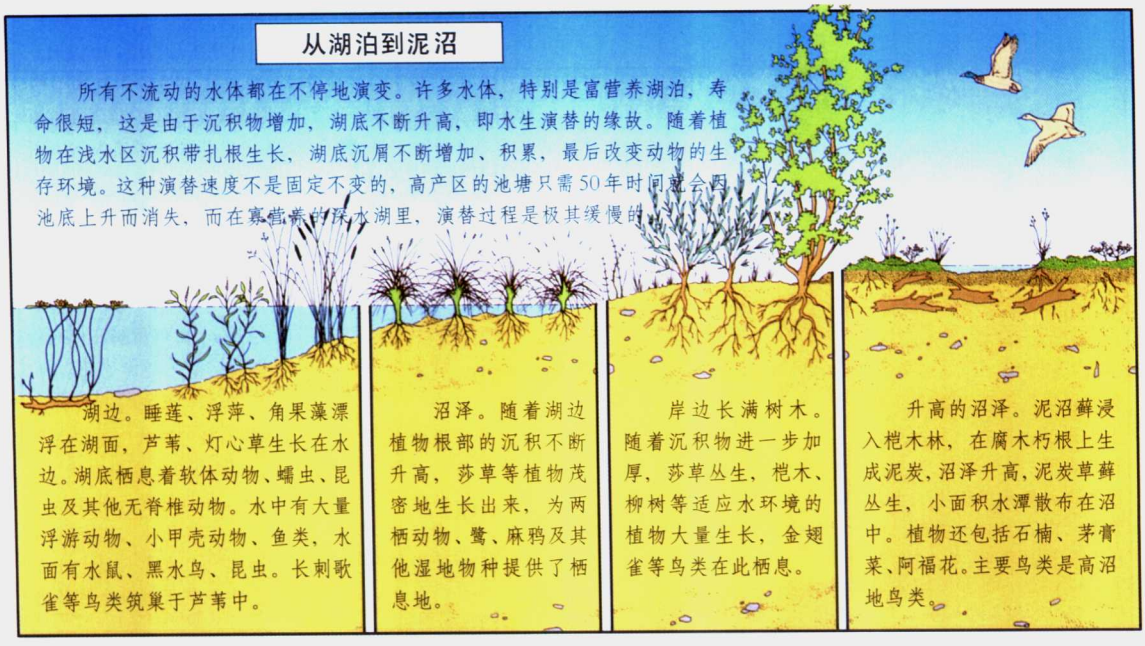
贫营养湖水几乎没有营养物质，它们位于坚硬、无碱的岩石区(如花岗岩)，岩石中极少释放出离子。这些湖多分布在山区，湖水是软水，生产力低。水中几乎没有浮游生物，因此水清亮透明。湖底由矿物沉积物构成，没有厚厚的植物腐烂层。需要钙质的动物很少或根本没有，分解过程缓慢，湖边植物也不那么繁茂。贫营养湖最怕酸雨，在斯堪的纳维亚，酸雨已使这种湖中的鱼类全部死亡。

一旦湖泊形成，各种动物就会立即出现。庭院中的池塘注满水后，各种飞虫就会大量拥入，风中无脊椎动物的卵和胞囊也会来此栖息，杂草中和泥地上亦会出现多种生物，直到这一生态系统饱和为止。生物的种类随时间的变化而有所改变，由于竞争、捕食或池塘环境变化的缘故，早期的栖息者为后来者所取代。湖本身也因为“水生演替”(见插图)过程而发生变化，变化速度取决于湖水的面积和类型。

湖泊和水塘中生活着自由漂浮的及寄居在水底的动植物。浮游植物由单细胞海藻组成，绝大多数是硅藻，在春夏两季大量繁殖，是浮游动物、微小的原生动物、轮虫(多细胞小无脊椎动物)、甲壳动物和其他动物的食物。而这些小动物又为自泳鱼(水体中层的鱼)所食，形成很短的食物链。在允许生长和光合作用的浅水区，我们能看到大型有根植物，其中一些植物除了花茎以外，其余部分全部浸在水中。还有一些植物生长于水面以上，只有基部位于水中。这些植物的上面和周围以及根部都生长着大量的水底动物，包括原生动物、海绵、扁虫、环节动物、甲壳动物等，其中软体动物或典型昆虫占优势。许多动物对这种独特的栖息地和生存方式极其适应。

水底动物有多种食物来源。蜗牛是食草动物，它们虽然活动于大型植物上，却以微小海藻为食。其他动物以浮游植物和水底的大量沉屑为食。水里的植物不是它们的食物，但却提





供了躲避鱼类等捕食者的藏身处

流　水

流水和静水非常不同，存在着不同的问题。流水中几乎没有浮游生物，惟一的植物扎根于水底。动物则或者是游泳好手或者能居住在水底。

流水栖息地常分为两大类——溪流和河流。一般来说，溪水凉爽、较浅，底部由砾石、圆石组成。而河水较深，温度较高，底部是淤泥，不同的河流段有不同特点。山区的河流可分为三部分：山坡陡峭的地区是河流上源部分(源头)，这里水流湍急，就像溪流一样，在地势较高的地段是过渡区，最后是速度缓慢、水流蜿蜒的部分。平原地区的河流只有后两个流段。

河水的状况取决于流量，而流量又取决于降水量。降水量各个季节甚至每天都有所不同。水流强度、泥沙沉积量、氧气供应、温度都取决于流量。在绝大部分温带地区，河水流量的变化与季节有很大关系。冬季比较潮湿，流量就大一些。但在高纬度地区，春季冰雪融化后河水流量最大。在旱季和雨季明显交替的地区，河流有可能长期完全干涸，只有在雨季河水才变得湍急。

河中的动植物群反映了河水供应是否充足。完全干涸的河流缺少水中植物，只有抗旱的胞囊(见27页)和休眠期动物(见175页)。即使在水流量充足的河流中，生物也将其生理周期调整到水量最合适的时间。水流充足的河流中，动植物的种类最为丰富。

河水的化学性质取决于所流经地区的岩石性质。起源于坚硬不透水的岩石区的河流几乎不含无机离子，因此非常容易受酸雨(见224—225页)的影响。酸雨对北方河流动物群有很大影响。起源于疏松岩石层的河流通常富含碱性的矿物质，能抵消酸雨的影响。一般来说，这样的河流中植物很丰富。

动物对河流的适应情况取决于它们的生活地点。河流源头的动物习惯于急流，它们扁平的身体可以减少阻力，而且还有很强的吸附能力，附在岩石上或四处游动捕食，浅水虾、蜉蝣和石蝇是典型的例子。有些动物的腹鳍甚至生有吸盘，以便于吸住岩石。许多动物喜欢急流，它们在河岸或河心、上游或中、下游的分布反映了它们的喜好。有些动物以悬浮物为食，滤食水中的微粒。蜗牛及另外一些动物以石块表面或隐藏在石块下方的颗粒为食。各种昆虫幼虫和蠕虫或捕食其他动物，或寄生。在缓流区，各种动物的差异更大，它们没有表现出对水流的适应，因为水的流动已经不明显。相反，泥中的动物和缓流区的其他动物进化出在氧气含量低的地方摄取氧气的能力。观察表明，许多栖息在泥中的动物体内都有携氧的血红蛋白色素，有些适应缺氧环境的动物，如蜉蝣，进化出了大而活动的鳃。

溪流和河流中的大部分无脊椎动物以水流中的植物残屑和植物表面腐烂的细菌为食。许多动物完全以细菌为生，还有一些以沉淀物中的有机物为食，或者啃食岩石、植物表面的物质。鱼类中有些食草，而大多数以无脊椎动物或其他鱼类为食。

南非普罗旺斯角的山溪。溪水一般很浅，也很凉爽，溪床为岩石或石块，流速很快，与温暖、缓慢、底部多泥的河流截然不同。

参见
· 细菌 24页
· 原生生物 26页
· 藻类 34页
· 有花植物的多样性 44—47页
· 水生无脊椎动物 52—57页，66页
· 鱼类 70—77页
· 两栖动物 78—81页

海洋生态系统

海和洋共同构成了重要的生态单位——海洋生物群区。它的面积占地球表面的71%，平均深度为3700米(12,140英尺)，是世界最大的生物群区。深海中的壕沟深达11,000米(36,000英尺)，比陆地上最高的山脉还要高，水下还有绵延的山脉，偶尔露出水面形成岛屿。

海洋是生命最先诞生的地方(见6页)。海洋的每个地方，即使是最深处，都有生物生存。海水是极好的生存媒介，它有浮力，甚至在最深处也含有氧气，生命所需的大部分化学物质也很丰富。海水的35%由盐组成，主要是钠和氯。海水温度变化缓慢，水表温度年平均变化10℃(18 °F)，而在水下20米(66英尺)深处，年平均温度仅变化1℃或2℃(2 °F或4 °F)，因此海洋是一个稳定的环境，生活其中的生物基本上不需要温度控制机制。海水是透明的，植物光合作用所需的光线可以向下穿透到100－200米(330－660英尺)深的地方。

洋 流

海洋和海面上的空气不断相互作用，形成风和洋流循环系统。地球上每个大洋都有其独特的循环模式(见插图，198页)。例如，北大西洋海面有一个亚热带季风和温带地区盛行的西风形成的顺时针循环系统。这种洋流需要在海水深处有平衡的逆流。流向高纬度的水流温度变低、密度变大，然后下沉到洋底，流向赤道地区，与其他洋流汇合。这样，从表面到最深处的全部的海水都处在不停地运动中。有些洋流，如墨西哥湾洋流流速很快，达到每秒2米(6.5英尺)，甚至深海洋流也以每秒0.2米(8英寸)的速度流动。这些洋流除携带氧气和养分之外，还带有幼虫和孢子，能帮助迁徙的生物航行。

中上层环境

海洋生物群区分为两大部分——海水本身(中上层环境)和海底(水底环境)，每一部分栖息着不同的生物。

中上层栖息地可分为三个地带：最上层有供植物进行光合作用和生长的足够光线，叫透光带，深入到水下100—200米(330—660英尺)；它的下面是半深海带，位于水下200—约2000米(660—约6600英尺)的深处，这一带的上部(大约水下800米/2640英尺处)有一些阳光，但不够维持植物生长；半深海带以下是深海带，这里光线照不到。

海洋是海洋渔业和所有其他生物所赖以生存的环境，其90%左右的产量来自于漂浮于水面的单细胞的微小的水藻(尤其是硅藻：见34页)。它们总称浮游植物，占世界上生物总产量来源的30%。浅水区和富含基本营养物质的洋流是浮游生物含量最丰富的地方。

中上层区的动物可分为两类：浮游动物和自游动物。浮游动物随着洋流移动，而自游动物自己游动，一般体积较大。典型的浮游动物包括桡足动物、磷虾(小甲壳动物)、水母、侧腕水母和樽海鞘等。典型的自游动物包括鱿鱼、鱼和鲸。许多自游动物，包括须鲸，以浮游生物为食。捕鱼业的许多对象就是这些以浮游生物为食的鱼类。深海的自游动物都具食肉性，以周围的动物为食，而且极其适应这种生活方式(见方框)。所有中上层动物都怕进入深海捕食动物的视线，因此进化出各种伪装方式，有些鱼的身体甚至是透明的。

海底环境

海底环境一直延伸到海底壕沟深处。动物遍布海底，植物由于需要阳光只分布在较浅的地方。海底可能是坚硬的岩石，也可能是石块、沙粒，或由河口沼地冲来的淤泥。海底根据海水的运动而分为各种类型：水浪湍急的地区，岩石较少，底层光秃；水流平缓的地方，海底淤泥很多。一般来说，较深的海底多是细沙和泥土，但有时也会有岩石。海底栖息地的多样性造成动物摄食方式的多样性。

最上层环境，即潮间带，由于潮汐的作用，经常与空气接触。潮间带的栖息地包括礁石林立的海岸、珊瑚礁(见215页)、泥滩和红树沼泽(见216—217页)。其共性是易受到干燥、太阳紫外线辐射、降雨、不稳定温度的影响。此外，多数潮间

这幅图中的比例与实际情况有很大不同：其实富营养区只占整个海洋的8%，半深海带占14%，而深海带占78%。有时深海带被分为两部分，6000米(20,000英尺)以下的部分称超深海带。

带都还受到海浪运动的影响，因此这种栖息地是最具挑战性的海洋环境，只有适应的物种才能生存其中。

多岩石的海岸，尤其是温带地区的海岸，生长着大量多细胞海藻——海草(见 34 页)。海藻的种类取决于它们对干旱的适应程度。大型褐藻、昆布及一些红藻、绿藻只生长于低水位区。在这些植物上方——多是在清水区——有大量褐藻，如红、绿藻和一些海洋地衣。海岸高处的海草可能在低潮的时候在空气中暴露许多天，它们不怕失去水分，在水中浸没一定时间反而会死亡。海草生存的地点取决于海浪的运动，附着牢固、叶子呈细长流线或粗短形的海草能经受海浪的不断冲击，生存在裸露的环境中。叶子太长并分权的海草不适应这种环境，因此生存在有遮蔽的地方。沿岸的动物(包括蠕虫、藤壶、蛤贝)主要以悬浮物质为食，滤食海水中的微粒。滨螺四处爬行捕食。动物的生活范围亦取决于它们的耐旱能力，有些动物能脱离水生存一周。水位越高，动植物数量越少。

沙滩和泥滩上植物很少，只能见到海草，因为其他植物是极其微小的。动物也见不到，但泥沙中隐藏着大量蛤、甲壳动物、蠕虫及海胆。这些动物经常表现出区域性，但其中原因尚不清楚。也许这不是干燥而是氧气的问题，尤其在有机物丰富的沙滩或泥质的海滩等地。适应泥中生活的动物种类很少，但这几种动物在泥中数量非常大。

大部分海洋生物栖息在大陆架的浅水区，即海岸或近海区，深度为 100 — 200 米(330 — 660 英尺)。这一区域的海底有许多类型，每种类型都有相应的动物种类。在沉积物粗糙的区域(见上文)，以悬浮物为食的动物居多，而在沉积物细腻的地区，吃沉积物的动物占多数。蠕虫、甲壳动物、蛤、海蛇尾及其他动物构成了鱼类、蟹、龙虾的食物。因为鱼类各有食物爱好，所以它们与特定的海底生物联系在一起。鱼类会聚集在海底动物丰富的地方。一般来说，海底动物的丰富程度随海洋深度和与陆地距离的增加而下降，因此渔场多位于浅水区域。

远离大陆架——大约距离海岸 100 公里(60 英里)，地区的海底环境，与中上层环境一样，可分为两部分——半深海带和深海带(见上文)。在半深海带，海水的温度和咸度每年都有所变化，而在深海带，两者变化不大。大部分海底由细沉淀物构成，这两个地带的动物主要以沉淀物或其他鱼类为食。对于食沉淀物的动物来说，食物的数量很少、质量很差，多是表层动物未经消化的排泄物，这些残留物能够被细菌分解，因此细菌对海底动物很重要。食物供给及生物量、动物的大小随着深度增加而减少。动物生长缓慢，繁殖能力弱——但有可能非常长寿。

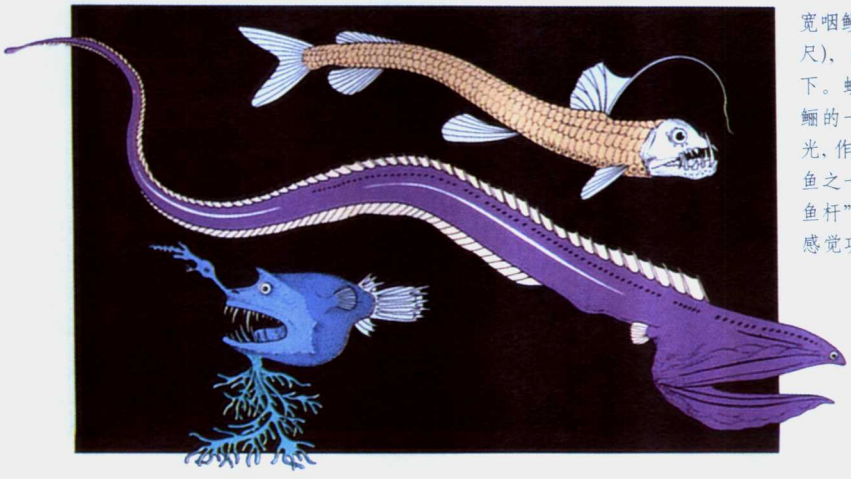
最近的研究表明，在海底，火山喷发释放出含硫的热水，有些种类的细菌能利用硫作能源(见 25 页)，而这些细菌又为奇特的动物群提供了丰富的营养物质。这些动物体型巨大，生长迅速，繁殖能力强，与周围地区的动物形成鲜明对比。含有丰富硫与甲烷的其他水域也发现了大量种类繁多的动物，因此有些科学家认为生命起源于这些深海火山中(见 6 页)。

参见

- 什么是生命 6 页
- 细菌 24 页
- 原生生物 26 页
- 藻类 34 页
- 海洋无脊椎动物 52 — 57 页，66 页
- 鱼类 70 — 77 页
- 水生哺乳动物 142 — 145 页
- 珊瑚礁 215 页

深海鱼类

生活在距海面 200 米(660 英尺)以下的深海鱼类表现出对环境出色的适应能力。在它们的栖息地里，食物稀少，光线微弱或者完全黑暗，其他动物几乎全部是敌人。这种情况要求它们有出色的捕食和隐蔽能力，还要最大限度地减低能量消耗。它们的嘴巴都很大，牙齿尖利，以保证食物不从嘴里逃脱。很多鱼的肠道极长，能消化大顿美餐。许多鱼能够自行发光：有的鱼嘴巴前面长着发光的诱饵，以吸引其他鱼虾。大多数深海鱼类(最深处的除外)的腹面上排列着发光器官，造成与海面上透下的光线相同的效果，以免遭受下面捕食者袭击。深海鱼一般体型很小，与大大的嘴巴形成鲜明的对比，身上不必要的器官均退化，以节省能量。如此适应环境的结果是，它们是所有生物中最奇形怪状的一群。



宽咽鳗鲡(中)体长 61 厘米(2 英尺)，生活在 1400 米的深度以下。蝰鱼(上)的长度是宽咽鳗鲡的一半，背鳍向前延长并发光，作诱饵。下面的鱼是最小的鱼之一，它嘴上长着发光的“钓鱼杆”，颌下的触须像海草，有感觉功能。

地球面临的威胁

大气的变化

也许有人认为，体积庞大、不断流动的大气层是容纳人类排放废气的理想之地。也许没有人相信，一种生物可以在短短200年的时间里改变大气层的成分，然而这恰恰是人类已经做到的。尽管大气层体积大、不断流动，但是人类排出的废气在其中占有相当的比例，足以影响大气的状况，并为依靠大气生存的各种生物，包括我们自己，造成许多问题。

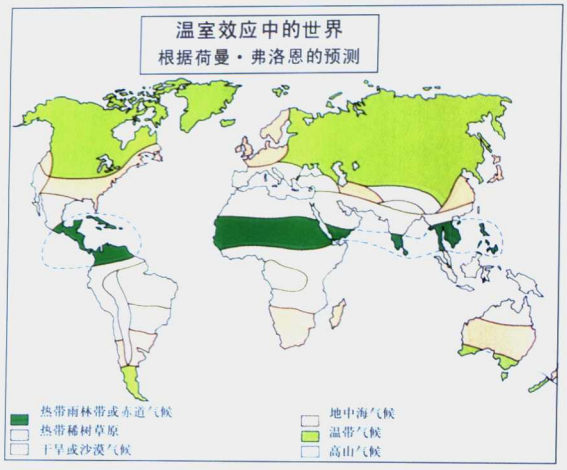
人类为大气增加了两类物质，一类是大气中原有的成分，如二氧化碳和甲烷，我们只是加快了地球碳循环过程中一个阶段的速度(见196页)，使这些气体在大气中的含量相对迅速地增加。另一类是大气中稀少或没有、来自于工业生产和人类生活的物质，包括氮和硫的氧化物、含氯氟烃(CFCs)。所有这些化合物都在一些地区或全球的大气层中大量增加，为人类和地球上的其他居民带来各种各样的问题。

二氧化碳及其温室效应

二氧化碳(CO_2)在大气层的低层(对流层)中，是一种含量较小，但是非常重要的成分，它的体积只占对流层大气的0.035%(350ppm)。我们每呼吸一次，都会增加大气层中的二氧化碳(见180页)，而植物则通过光合作用(见33页)减少二氧化碳，因此，在不同的时间和地点测量它的含量，结果是大不相同的。在植物生长最为旺盛的夏季，二氧化碳可能减少0.0016%(16ppm)。在某些地区，白天和夜晚之间的差别甚至达到40ppm。测量地点距离地面的高度也是一个重要因素，因为土地也在“呼吸”，无脊椎动物和微生物分解掉土壤中的枯草落叶等有机物后，也向大气中释放二氧化碳。估算大气中二氧化碳的变化情况是困难的，但是远在夏威夷的一个监测站过去30年的测量结果表明，这种气体呈稳定增长的趋势：从1960年的315ppm增加到1990年的350ppm。

在格陵兰和南极洲，科学家们研究了密封在冰帽的气泡中的空气，以确定二氧化碳在大气中的历史。100年前，它的含量仅为290ppm，从上个冰川纪末(1万年前)以来，这个数字没有改变。因此，二氧化碳的增加，完全是人为因素不断作用的结果。有机物燃烧产生二氧化碳，所以工业、家庭取暖、汽车消耗石油，以及热带地区大面积焚林造田，都增加了它的含量。哪一种方式危害较大目前尚不清楚，但新近的数字表明，工业上产生的二氧化碳是毁林过程产生的二氧化碳的3倍。

近百年来大气中的二氧化碳的增加看似微不足道(占全部大气的0.006%)，但二氧化碳的性质决定了这一变化的重要性。二氧化碳在长波(红外线或热辐射)范围内强烈吸收能量，从太阳到达地球的能量多以短波(可见光)形式穿过大气层，直接到达地表。能量被地表吸收，然后以长波形式(热量)被反射到大气中，被二氧化碳更好地吸收。这样，光能有效地转化成热量，



并保留在热罩内不致散发。这同温室一样，温室玻璃的作用与二氧化碳类似，因此人们用“温室效应”一词来比喻可能由二氧化碳增加造成的升温现象。

虽然气温变化很小(0.5℃/0.9°F)，而且有可能是其他原因造成了这一微小波动，但如果二氧化碳含量以目前的速度(每年0.4%)持续上升，到2030年，气温将升高2℃(3.6°F)，这意味着全球明显变暖，农业和植被类型都将有所改变，其中一

在美国东部大烟山国家公园被酸雨伤害的针叶树。酸雨蚀去针叶的蜡质保护层。除了直接损伤叶细胞外，酸雨还使失去保护层的针叶更易干燥及受到真菌和细菌的入侵。

个后果是部分冰帽融化，海平面将升高1米(3.25英尺)。

但是，这些变化的最终结果是难以肯定地预测的，因为大气中增加的二氧化碳可能被海洋更快地溶解吸收，也可能被不断需要二氧化碳进行光合作用的全球植物所吸收。后一过程存在的问题是全球范围的森林砍伐。砍伐森林本身会向大气层排放更多的二氧化碳，同时削弱植物作为碳循环中一个环节的作用。在气候变暖的情况下，云层会加厚，大气和海洋循环模式亦将改变，也许实际情况比我们现在设想的要复杂得多。

其他温室效应气体

二氧化碳虽然是造成温室效应最重要的因素(71%的热量是二氧化碳造成的)，但并不是惟一因素。甲烷(9%)、一氧化碳(7%)、含氯氟烃(10%)和氮氧化物(3%)同样会造成温室效应。甲烷在大气中的含量很小(大约1.7ppm)，但这种气体对红外线的吸收能力比二氧化碳强得多，因而也是温室效应的重要成因，因为人类活动的原因，大气中的甲烷含量越来越高，它主要来自于亚洲地区的水稻田和牛肠道内的气体(见方框，112页)。大气中的含氯氟烃完全是人工合成的产物，用于冷藏过程、气雾剂以及聚苯乙烯包装物中。含氯氟烃在大气中极其稀少(0.0003ppm)，但是却能非常强烈地吸收红外线，所以对大气温度影响很大，它还会对大气的臭氧层造成破坏(见下文)。

酸　雨

除了温室效应以外，大气污染还带来了其他问题。石油在燃烧过程中排放到大气中的化学物质呈酸性，并会形成酸雨现象。形成酸雨最主要的气体是硫和氮的氧化物。氮和硫作为组成动植物蛋白质的重要成分，能够在化石中保存下来，所以会在有机物(如石油和煤)燃烧过程中以氮和硫的氧化物的形式释放出来。二氧化硫(SO_2)在这些污染物中所占的比例最大，它们会溶解在雨水中形成亚硫酸，亚硫酸又会在大气中氧化形成硫酸。与这个过程相似的是，氮的氧化物也会在大气中形成硝酸。大气中几乎2/3的二氧化硫是石油燃烧产生的，而将近一半的氮氧化物来自汽车尾气。

虽然这些大气污染物集中产生于高度污染的工业化地区，但是却会很快引发全球范围的大气环境问题。也许斯堪的纳维亚和加拿大是受这种污染影响最大的两个地区，因为它们处在美国和北欧这两个工业密集地区的下风口。加拿大和斯堪的纳维亚还面临酸性岩石和土地贫瘠问题，因此酸雨落到地面未经中和就流入河流湖泊，造成鱼类死亡。最糟糕的是春季融化的酸雪造成河流酸度突然增加。酸雨在到达地面之前，就已经危害了建筑物甚至植物，对植物的危害首先表现在树木上——树木在仲夏时分就开始落叶并死亡(见插图)。

其他空气污染物

空气污染的结果远远不止温室效应和酸雨两种。发动机尾气会向大气中排放许多种毒气，每一种毒气都会在大气层一定的高度上形成最大危害。一些汽油添加剂燃烧时释放出的重金属，特别是铅，会在道路旁的大气中增加到足以危害城市居民(特别是儿童)的程度。汽油燃烧不充分时产生的一氧化碳毒性很大，会对肺产生很强的刺激。汽车尾气和氮氧化物在强光照射下会发生化学反应，在道路上产生臭氧，臭氧对人的刺激更大，这种化学性质非常活泼的气体，对有哮喘等呼吸系统疾病的人影响很大。因为臭氧的形成需要阳光，所以臭氧是洛杉矶、新德里、悉尼等低纬度城市中最普遍的环境问题，甚至伦敦等北部的城市在夏季也存在着臭氧问题。

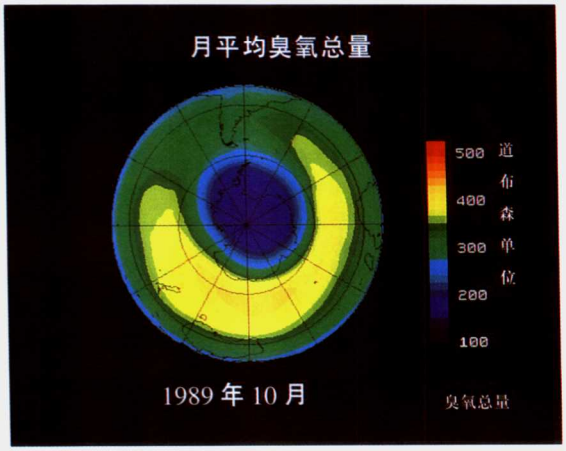
国际联合行动

为了控制全球变暖并保护臭氧层，主要工业国家于1987年在加拿大蒙特利尔达成了《蒙特利尔议定书》。根据这个协议，到1998年含氯氟烃的使用将减少一半，海龙——消防灭火中使用的卤化脂肪烃——到1992年将维持在1986年的水平上。然而，1990年7月的科学测试表明，这些措施并不能减缓地球变暖的速度。因此发展中国家和发达国家又达成了另一个协议：到1995年，减少含氯氟烃使用量的50%，到1997年减少85%，2000年时完全杜绝含氯氟烃的使用。许多国家都希望加快这些行动的步伐，但是美国、日本和前苏联认为这一目标无法提前实现。目前，国际上已经设立了2.4亿美元的基金，来帮助发展中国家适应这些环保措施。

含氯氟烃和臭氧层

有趣的是，虽然臭氧会在地面引起各种环境问题，但是大气的高层——同温层中的臭氧却对生命起着举足轻重的保护作用。臭氧在20—50公里(12—30英里)的高空形成了一个保护层，使地球免遭波长很短的太阳射线——紫外线的有害影响。这种射线照射到皮肤后会穿透和损害细胞，并可能引起癌变。大气污染也会破坏臭氧层。含氯氟烃(见上文)会分解释放出氯原子，而氯会同臭氧发生反应使臭氧分解为氧。臭氧层的破坏目前似乎集中在南极地区，但北极的“臭氧空洞”也在扩大。寻找含氯氟烃的替代物、减少机动车数量、采用比燃烧石油和煤更清洁的发电方式，是解决大气污染问题最根本的途径。

参见
· 气候和植被 198页
· 热带森林 200页
· 污染 226页
· 害虫及其防治 230页



计算机合成的卫星图显示出1989年10月南极上空严重的臭氧耗竭或“臭氧空洞”情况。自1979年首次发现臭氧空洞以来，空洞逐年扩大，并于每年10月——南极的春天达到顶峰，后来，北极上空臭氧空洞形成的迹象也开始为人们发现。

污 染

人类对地表和水体的破坏主要有两个方面。首先，我们对自然界中各种元素的循环过程的操纵(有时使循环加速，有时使某些物质过于集中，见196页)，超过了自然本身所能处理的限度。

其次，由于试图有选择地消灭危害人类、畜禽、农作物的生物，以及工业的迅速发展产生各种废弃物等原因，我们正在制造和散布各种新的化合物，其中许多是对生命有害的。

滥用化肥

为了增加作物产量而向农田施用化肥，就是人为地改变元素自然循环的一个例子。我们年复一年从土壤上收获小麦、玉米和甘蔗的过程，就是把氮、磷、钾、钙等元素从土壤中攫取的过程。本来土壤中的元素可以通过岩石的降解和降雨得到自然的补充，但如果收割的速度超过自然补充的速度，就必须进行施肥。有些元素的生产既昂贵又费力，其工业制造过程需消耗大量能量(见212页)，例如为了加强土壤中的固氮作用，需要从大气中把氮提取出来(见32页和196页)。有些元素必须开采矿产才能得到，而采矿本身又会带来许多问题。

遗憾的是，为提高作物产量而喷施的大量化学物质进入到土壤中。土壤能很好地保留钾和钙，但无法保留硝酸盐类物质。除非施用不久即被作物吸收，否则它们在土壤中会被冲进河流湖泊，造成水体富营养化(见方框)，最终导致水中生物死亡。水体中含有过多的硝酸盐不仅会导致水生生物的死亡，还会在人体内形成致癌化合物，影响血液携氧能力，对人类，特别是儿童，造成危害。

水体的富营养化

由土壤渗入水中的硝酸盐类物质并不会立即危害水中的生物。这种污染先是导致水体呈富营养状况，然后像肥料一样刺激水中野生植物，特别是水藻的生长。水面的藻层会越来越厚，使下层的水接触不到阳光和空气。衰老死亡的水藻沉入水底并腐烂，腐烂过程大量消耗周围的氧气，因为缺氧导致的不完全腐烂产生硫化氢和甲烷，这两种气体使水腐臭难闻，依靠氧气生存的无脊椎动物和鱼类大量死亡，最终使因为化肥而营养过剩的湖泊死亡。

生长在富营养化池塘表面的绿藻。

解决上述问题的方法是杜绝滥施化肥，这样做在经济和环保方面都具有非常积极的意义。化肥应该在作物生长最快、最需要养料的时候施用，而且不应该施用在裸露的土壤上。土地改变用途时也要小心，例如翻耕草地的时候，土中的腐殖质被激活，硝酸盐等大量营养搀入土中。有些土壤学家认为，与滥施化肥相比，深翻古老的草地是导致富营养化更重要的原因。

生活污水和重金属

生活污水是许多水道富营养化的主要原因。原则上来说生活污水可以变废为宝，直接用作肥料，会节约大量能源和资金。但生活污水中含有大量致病的细菌，而且也是化学污染源，铜、铅、锌、镉、汞等重金属是其中重要的污染物质。这些元素的含量可能并不高，但如果常年用生活污水灌溉土地，重金属就会在土壤中积累，含量逐年增加，并浓缩在作物体内。甚至在生活污水灌溉过的土地上建筑民居也有危险，因为残留的重金属会通过园中种植的蔬菜进入人体。

许多重金属是工业上使用的，需要以很高的代价从自然界的岩石中提炼出来，采矿过程本身即可引起某些元素在地表

在科威特燃烧的油井。泄漏的石油形成油湖，映照出燃烧的油井。1991年2月伊拉克军队撤退时点燃的500余口油井，历经一年时间才被全部熄灭。虽然对当地气候的影响尚不得而知，但是泄漏到波斯湾的大量原油马上对当地的海洋生物产生了危害。

中非卢旺达种植的除虫菊。除虫菊中的提取物是效果很好的天然杀虫剂，对环境造成的影响比合成杀虫剂要小。

的聚集对生物体造成危害。矿渣堆中的金属因为提炼费用昂贵而被废弃，它们足以给生命带来影响。只有很少的植物能够适应含铅高的环境，在这类地方长出植被，往往需要几十年甚至几个世纪的时间。同时金属残留物可能被冲入河流，并污染人类的饮用水。

能源的生产

更严重、更持久的威胁是放射性污染，放射性物质原本在地球上自然存在，但是把它们集中起来用于能源生产却带来了新的危险：一是核电站产生的核废料；二是核电设施运行中随时可能发生的危险事故。

另一种从地下开采出来的、在工业上用途很广的物质是石油。在人们的感觉上，石油是未经人类作用、由地质因素形成的“天然”物品，但是大量开采石油，将其带到地表造成了一种威胁。石油是几百万年前的微生物尸体堆积和不完全分解形成的，暴露在空气中或者在微生物的作用下，它会慢慢分解，但是它会对土地(特别是水)造成直接污染。它对鸟类的羽毛、鱼类的呼吸系统和珊瑚礁的破坏最为明显。石油制成的清洁剂(全部都是人工合成物)的大量使用，会给环境带来更为严重、更为持久的影响。

人类利用自然界的元素和化合物生产出各种用途广泛的材料，不过，这些材料也有可能对自然造成危害。如工业和日常生活中用途很广的清洁剂，因为有减少油滴表面张力、促进水油融合的特性，被用于清理泄漏的石油。但是在自然界中，它们会造成无脊椎动物和鱼类在水中赖以生存的氧的含量改变，最终导致水生生物迅速死亡。

杀虫剂

使用清洁剂不是为了杀死生物，但是人类向环境释放的许多化合物却专门以此为目的。杀虫剂是现代农业不可缺少的一部分，它使农作物增收，为人们带来经济效益。如日本使用杀虫剂之前的1949年，每公顷稻田损失水稻600千克(每英亩535磅)，杀虫剂引入之后的1955年，每公顷的损失减少到150千克(每英亩135磅)。美国的马铃薯种植业也有类似的情况，杀虫剂的施用使产量从1941年时每公顷不到10吨(每英亩4吨)增加到1961年的每公顷22吨(每英亩9吨)。因此，农民欢迎杀虫剂也就不足为奇了。

然而，实验表明，杀虫剂在自然界中的副作用不容忽视。例如，为减少种子真菌感染而使用的水银敷料，对食用种子的鸟有致命影响。20世纪50年代发生在日本的著名事例告诉我们，人类并不能独立于自然之外，污染的环境会给人类带来痛苦甚至死亡。有家工厂的汞被排入沿海水域后，集中于海洋食物链的顶端——鱼的体内，许多渔民和他们的家人因为食用被污染的鱼而中毒。残留期长的杀虫剂，如DDT——二战中曾用它来驱除虱子，从而挽救了许多人的生命——会在人体内长期存留，对身体造成危害，并通过母亲的乳汁伤害婴儿。DDT还会给自然界中食物链顶端的生物带来危害，例如，猛禽体内的DDT如果积累过多，产下的卵未等孵出就会死掉。

杀虫剂不大可能从现代农业中退出，但是专门用于对付各种害虫、对环境不会造成持续影响的化合物正在逐步取代它们。其中许多是从自然界中提取的化合物，如来自于植物的昆虫抑制剂——除虫菊(一种类似雏菊的花)。在达到预期的效果之后，这些化合物对环境的危害似乎小得多。其他方法，如害虫综合治理(见231页)等，也可以减少人类对杀虫剂的依赖。

与杀虫剂的危害类似的是抗生素的使用。抗生素是生物或者化学制剂，正在越来越广泛地应用于疾病的预防和治疗中。这种生物“杀虫剂”有很高的价值，是对付有害微生物的强有力武器。但抗生素的使用也带来了新的问题，如果过量地使用抗生素(比如在家畜的饲料中大量添加)，病菌的基因就会产生抗药性，从而削弱抗生素的作用。也就是说，对抗生素免疫的新菌株就会形成，从而给生物的健康造成严重危害。因此我们应该谨慎地、有节制地使用抗生素。

参见

- 人造生境　212页
- 大气的变化　224页
- 害虫及其防治　230页

对未来的威胁

在生物技术领域中，随着用途广泛的新菌株的生产，一种具有潜在威胁的新型污染正在显露出来(见23页和25页)。结构简单的生物体正在被人类以廉价高效的方式利用，生产出多种多样的化学物质。现在，人类正在有效控制微生物(酵母早就以这种方式被人类利用)，并且通过细胞操作系统改变它们的基因结构。基因改变的微生物或高级生物释放到自然环境中，会造成“基因污染”，因此必须要以谨慎的实验为基础，否则自然生态系统的平衡就会被打破，出现难以预料的后果。我们希望人类在利用新技术改善自身生活质量的同时，能够最大限度地汲取过去的教训。

正在消失的生境

要挽救一种生物，使其免遭灭顶之灾，必须首先弄清它们的栖息地。每一种动植物对生存环境都有其特殊的要求，同时又在它们生活的生态系统——各自的小环境中扮演着各自的角色。各种生物的小环境交织成复杂的整体，或者稳固，或者脆弱，对这一交互系统中任何一个部分的破坏都会导致整个结构的崩溃。例如，没有非洲大草原食物链顶端的捕食动物，植被就会过度消耗，草原就会遭到破坏。因此，制定栖息地管理规划的时候，必须要把所有的因素都考虑在内。

对地球生物多样性最大的威胁是人类在开发地表的过程中对栖息地进行的持续性破坏。其实这并不是一个新问题，自从人类懂得改造环境来达到自己目的的时候起，这个问题就产生了(见212页)。

砍伐森林

早在农业出现以前，人类为了加快新植被的生长，吸引和捕捉大型食草动物，就使用火焚烧原有的植被，对栖息地造成不良的影响。火将西欧的森林变成了欧石南丛生的荒野、高沼地和毡状沼泽。畜牧业的发展妨碍了树木的再生和森林的恢复，使这些地区的生物量再也无法恢复到原来的水平。

17世纪初，北美洲的栖息地因为欧洲殖民者的到来经历了同样的变化过程。在此之前，北美土著人也为了耕作而广泛采用了火烧的方法，对森林造成了一定的破坏。但延续至今的大面积森林砍伐是在欧洲移民到来后才开始的。西北部太平洋沿岸的红杉和花旗松林是北美洲原始森林仅存的一部分，伐木造成的毁灭性破坏已经使它们数量大大减少。

砍伐使温带原始森林的面积大量减少，残存下来的也是四散分布的零星小块。热带原始森林被砍伐的速度要快得多，热带森林曾经覆盖着6%的陆地，但是只有一半幸存至今。热带森林中有世界上大约50%——即大约1500万种(因为只有一小部分物种被科学发现，所以这一数字很不精确)动植物。南美洲东部大西洋沿岸森林几乎已被砍伐殆尽，这些原本繁茂的热带森林如今只零星地幸存下来2%，而幸存下来的也面临着人类的破坏。

目前马达加斯加的情况很危急。马达加斯加是与非洲大陆分开的岛屿，其动物种群和植物群区基本上是当地特有的。岛上约84%的热带原始森林已被砍伐，有人估计现存动物种类的25%将在50年或更短的时间内灭绝。

扎伊尔河盆地的雨林保存得较好，但西非的大片雨林已经遭受严重破坏。西非沿岸地区，如科特迪瓦建立了国家公园，但是保护国家公园本身就面临着许多具体问题，非法砍伐使森林面积日渐减少。

亚马孙雨林问题是众所周知的。为饲养肉牛，森林被大量砍伐，给环境，特别是水循环带来严重后果。森林变成草地之后，水蒸发(即水分从植物叶面蒸发，见31页)速度减慢，但地面水流速度加快，因此土壤流失，造成土地的产出降低(见201页)。近35年来，喜马拉雅山地区也有类似的情况发生。山上定期发生洪水，影响了喜马拉雅山脚南麓高原地区4亿居民的生活。为改变这一状况，人们在喜马拉雅山下种植了可以用于冬季燃烧取暖的树种，并采取防止牛羊啃食的措施，以缓解

亚马孙河流域的森林砍伐。亚马孙河流域森林砍伐的主要目的是发展农业，而这张照片中的毁林是为了修筑道路开采锰矿。虽然周围森林基本上不受影响，但修筑的道路会打乱动物的地盘，使其一分为二，减少繁殖的多样性。

冬季伐木取暖对环境造成的压力。

经济利益无疑是许多国家砍伐森林的重要目的，但是对森林资源的保护也可以带来显著的经济效益。例如，卢旺达的山林中栖息着许多大猩猩，由于世界上大猩猩数量锐减，这里吸引了许多旅游者，旅游成为这个国家重要的外汇来源。然而，用经济效益来说服开发者保护自然资源是比较困难的，因为计算木材的价值比估算森林带来的旅游收入要容易得多。

草原和沼泽

森林不是因为人类活动而遭到破坏的惟一栖息地，地球上的草原也因为人类的过度放牧和错误开垦遭到大面积的破坏。20世纪30年代美国中西部的“干旱尘暴区”有详细记载(见206页)，中亚也发生过类似的情况。20世纪五六十年代，前苏联曾试图在哈萨克斯坦的大草原上扩大农业生产，但是表层土壤很快被风吹走，灌溉土地使用的是当地稀少的水资源，水蒸发后盐分留在土里，使土地高度盐化，结果13万平方公里(5万平方英里)的草原变成了沙漠。

这种失误造成土地沙漠化，生产力消失殆尽。在过去的70年里，地球上的沙漠在陆地中的比例从9%上升到23%。气候变化只是沙漠化的一个原因，如果没有过度的放牧，相当一部分沙漠仍然是肥沃的土地。

热带和温带的沼泽正在迅速消失，如日益受到威胁的热带红树沼泽(见216—217页)。虽然作为鱼类的繁殖地和海岸保护带有重要的经济意义，但是因为人类难以涉足其中，缺乏对当地野生生物的了解，热带红树林并没有引起人类足够的关注。不仅热带沼泽地脆弱，美国也有大约54%的原始沼泽遭到破坏，主要原因是汲水灌溉。

半自然栖息地

发达国家已经严重地破坏了本国的栖息地，特别是完全破坏了城市地区原有的栖息地。现在，发达国家又使对野生动植物生存至关重要的半自然的栖息地受到威胁(见212页)。森林砍伐后形成的欧石南丛生的荒野、草原和有人管理的林地等许多栖息地内仍生存着许多物种，但是后来，迅速发展的农业、扩张的城市和道路交通系统将完整的栖息地分割得支离破碎。

加大开发长久以来以传统方式管理的土地是非常危险的。例如从未施过肥的古草地，因为施肥变得肥沃、富含养分，粗壮的植物开始生长，而许多原来生长在这里的植物种类则因在与新来者的竞争中失败而消失。与此相似的是，为人们提供低矮树种或生猪粗饲料的原始树林，原本有它们独有的特点和动物群及植物群。然而，如果人类滥砍乱伐，或对树木疏于种植、管理，就会造成无法挽回的损失。

欧石南丛生的荒野和高沼地的管理过程中，需要使用定期火烧的方法来保证石南和松鸡的良好生长(见插图，213页)，必须有规律地每隔10—15年进行一次燃烧，因为过频会导致欧洲蕨乘虚而入，而如果没有燃烧，石南就会过度成熟。

温带地区的泥沼正在因为开发森林和泥炭为目的而进行的排水而迅速消失(见217页)。除了排水后表面干燥时需要防止桦树等植物的入侵外，泥沼几乎不需要人类的管理。但是泥沼有水排入时，就必须注意控制周围的集水地区。集水地区的富营养化(营养富裕，见226页)使沼泽在被注入水的同时变得过于肥沃，并对泥炭地的植被造成严重影响。欧洲泥沼的许多泥炭是人造的，似乎不受富营养的影响，但是不能忘记，泥沼还是野生动物的栖息地。

许多栖息地已经是半自然性质，而非原始了，但这并不能作为破坏它们的借口。否则，我们最后看到的景色只有扩张的城市和乡村单一的作物(见212页)，动植物将少得可怜，严重限制科学研究和娱乐活动。

灰熊和许多大型动物(特别是食肉动物)一样，为了生存需要很大的地盘，因此栖息地的缩小对它们的危害比对小型动物的危害更大。

参见
- 陆地生态系统 200—211页
- 人造生境 212页
- 岛屿 214页
- 水生态系统 216—221页
- 自然保护 232页

金狮绢猴

金狮绢猴的故事最好地说明了栖息地的消失所带来的危险。金狮绢猴曾经遍布巴西沿海雨林，如今，它们同栖息地一起衰落了。由于农业发展和里约热内卢向南北扩张的原因，目前只有2%的沿海雨林保存下来，使野外金狮绢猴的数量骤减到500只。它们主要生活在里约热内卢东北部，幸存者依然受到附近牲畜和农场的威胁。最近正在成功地实施让驯化的金狮绢猴重归自然的计划，同时对公众进行环保教育，包括鼓励土地所有者保护他们的私有林地。目前的金狮绢猴的数量还足以保证它们的正常繁殖，比起那些栖息地和数量均降至濒危的动物要幸运得多。

害虫及其防治

所有的害虫都是相对人类而言的。在自然界中，各种动植物共存于一个复杂的、相互作用的系统中，这一系统能够调节各个物种的数量。如果一种食草动物数量过多，就会导致它们天敌数量的增加，或者由于生活安逸造成疾病流行(见172页)。物种的数量通过种种方式受到栖息地的特点和栖息地上其他物种的控制。

害虫是指那些进入我们人造的生存环境，并危害我们的作物、贮藏物或其他资源的物种。换言之，“害虫”是对与我们竞争的动物和植物的称谓(后者通常称为“杂草”)。害虫也包括危害我们健康的物种。

害虫的性质

从一定意义上说，害虫不过是生错了地方的物种，但是这说明它们对环境有很强的适应能力，善于利用人类在种田、储存食物、使用木材等时候所创造的新的生存机会。害虫的两个最主要的特点是：善于转移，以寻找人类为它们所创造的新机会；然后迅速繁殖，以利用这些机会。这就是生态学家称为“r”类战略家的物种所具有的特征。在自然环境中，它们的生活方式非常适应寻找新的栖息地并在那里繁殖，也就是说，它们是动物群和植物群自然演替中的先锋。“r”物种形体很小，把能量用于繁殖后代，而不是增大身体上。

动物中的害虫大多是昆虫。哺乳动物中的害虫主要是偷吃、破坏农作物的老鼠(见方框，134页)和吃掉农作物的野兔(见方框，132页)。鸟类中也有破坏农作物的害虫，如红腹灰雀在春季吃作物的幼芽，鸽子啄食甘蓝类作物，鸽子和椋鸟的粪便污染建筑物，麻雀能潜入粮仓偷粮食。

有些害虫不是危害作物，而是直接攻击我们，如叮咬人的蚊子。在北极的一些地区，夏季大量繁殖的蚊子几乎给那里的所有生物都带来了灾难。热带的蚊子不仅烦人，而且传播疟疾、黄热病、登革热、病毒性脑炎等多种疾病。舌蝇、蚋和锥猎蝽亚科臭虫等吸血昆虫也会在叮咬动物时传播疾病。治理这些害虫的方法包括：在它们的栖息地或繁殖地投放杀虫剂，或采取设网、喷洒驱虫剂等物理和化学措施。

单一作物与杀虫剂

我们往往把周围的环境简单化，忽略维持生态平衡所需要的生物复杂性。我们在大片土地上只种植一种作物——单一作物(见212页)。全球的大面积耕地上只有水稻、小麦和玉米等几种有限的粮食作物，这些作物每年至少收割一次，收割后寸草不留，然后重新开始耕地、施肥、再种植。没有植物的演替过程，只有对单个植物品种的维持。作物单一的大片土地很容易遭受蚜虫等害虫的侵袭，捕食害虫的动物和寄生虫也将随之而来，但为时已晚，此时食草的害虫已经大量繁殖，作物遭到破坏，产量降低，收割过程又清除了害虫的天敌和寄生动物。

治理害虫的方法包括：用杀虫剂防治危害农作物的昆虫等害虫，用除草剂对付同作物争夺水和肥料的杂草，用杀菌剂除去寄生的真菌。防治措施可以减轻农作物的虫、草危害，但保持长期效果则困难得多。杀虫剂虽然可以杀死有害的昆虫，但并不是百分之百有效，害虫的数量会再次上升，而且杀虫剂对害虫的天敌和寄生昆虫的危害可能比对食草害虫的作用更大(见227页)。害虫繁殖能力强，能够迅速产生抗药性，特别是在经常对害虫施用同一种杀虫剂的情况下。蚊子对DDT的抗药性就是这样产生的。杀虫剂的效果越来越小，使用得越来越多，害虫产生抗药性的过程变得越来越短。杀虫剂也会对人类产生潜在的威胁，它们或者在喷撒后直接危害我们的身体健康，或者残留在食物中进入人体。

除了抗药性外，农民还有一个问题，即如何处理成本与

红嘴奎利亚雀不仅是地球上最常见的鸟(数量超过100亿只)，也是非洲许多地区对谷类作物危害最大的鸟。它们兴旺的原因之一是繁殖速度快——每年产卵3至4次，只需12天就可以完成孵化。

浮萍属植物覆盖着英格兰西南部的萨默塞特平原的水道。此属植物繁殖迅速。一些植物，包括大多数一年生品种，生成大量种子。而其每个花盘能产生子代植物。若条件合适，浮萍能每隔两天半长大两倍。当这种“毯子”形成时，阻挡住水生植物所需的阳光，减少了水中的氧气量。

利润的问题。例如，一块小麦地具有市场价值，和这一价值对立的是生产小麦的成本，包括燃料、劳动力、设备折旧、种子和化肥成本以及收获和运输的成本。这些成本和庄稼的市场价值的差值就是这个农民所获得的利润。每当害虫数量增加，损害了庄稼，就影响了它的价值，减少了利润限度。使用杀虫剂能限制害虫的危害，但要耗费更多的劳动力、燃料、喷施装置和化学药剂。这些又一次降低了农民获得的利润。

经济解决途径

显而易见，这类问题的解决途径多年来一直是经济学家研究的范畴。只是现在才开始为更广泛的人群(尤其是农民)所关注。栖息地不应简化，而必须要使之复杂。为达到这一目标有几个方法。以效率为利益的出发点，过去一直有发展大型化的趋势。大面积耕地使用大型机械，这缩短了耕地播种和收获的过程。栽成树篱的一排排灌木被拔除掉。而不断更换灌木和使耕地小型化却会很快增加生境的复杂性。更重要的是，这为一系列的能迁进移出庄稼地的植物和动物物种提供了永久的保护性网络系统(见212页)。关于生境复杂化有过一种尝试，即在田里修又长又低的土堤岸，把土生动植物迁移进来。如果还需要有限喷撒，那就一定要避免建筑这种堤岸和树篱。也可以通过把几种作物种在一起形成带状的方式来达到生境的复杂化目的。这种农业称作带状农业。此种农业产量高，并能产生丰富多样的食肉昆虫和寄生昆虫，它们反过来更好地控制了害虫。这些途径的负面效应是种植和收获庄稼的效率降低了。

现在有两种控制害虫的途径：使用杀虫剂和利用天敌来控制害虫。它们互相结合，被称作“综合害虫管理”。有限地、细心地使用杀虫剂可以使防治害虫的自然方法(即利用天敌)得到加强。使用杀虫剂只能收到短期的效果，并且也只有当大多数害虫的捕食者不受化学药剂的危害时，才能应用。例如，在捕食者生命周期的一个阶段，当它们仍在土壤中而不在植物上时，可以施以杀虫剂。

态度问题

不管我们对待害虫的态度如何，应该意识到的是害虫这么令人反感并非它们的过错。苍蝇被认定是害虫，因为它们污染我们的食物并传播一系列的肠道疾病。然而作为动物尸体的消费者，它们在加速分解过程中(这一过程是营养物质循环的必经阶段，见196页)起到重要作用。我们开始意识到害虫之为害虫的原因是人类使之成为害虫。没有哪方面能比海洋渔业更准确地解释这一点，即海豹和海豚是人类喜爱的两种动物。但有时渔民也认为它们是有害动物，因为它们与人类争夺食物——鱼。也许我们应该开始认识到只有我们人类自己才是真正最有害的动物。

参见

- 昆虫的相互作用 64页
- 野兔和人类 132页
- 人鼠之间(方框) 134页
- 种群动态 172页
- 人造生境 212页
- 污染 226页

利用生物学控制害虫

除了在害虫自己的栖息地找到天敌和寄生虫之外，通过生物学控制各种害虫也证明是有用的。引入非土生的天敌有时证明是有效的，但能引起不可预测的后果——如甘蔗蟾蜍。这种大型两栖动物被带进澳洲来减少甜甘蔗种植园里的昆虫，但现在大量繁殖难以控制，甚至威胁到其他生物学控制工程，包括利用甲虫处理牛粪。几种能使昆虫致病的细菌和其他微生物也被成功地引入昆虫群体中，如杆菌(常缩写为BT)已成功地防治了粮食作物上的毛虫，多面体病病毒被使用来控制树上的食叶昆虫。用某些真菌抗击蚜虫和一些杂草也取得了一定成效。对于有害的哺乳动物，多发性粘液瘤病最初在控制兔子方面非常有效(见方框，132页)。

现在还采用了几种其他的生物方法来防治害虫和有害动物。这包括能抑制某些生物的生育的荷尔蒙的使用，引入大量受γ射线照射不能生育的雄性。现在也在不断地用基因工程带中可遗传的致命基因进行实验。使用由一个昆虫释放能影响同类中另一昆虫的外激素被证明非常有效。通常使用外激素来吸引异性昆虫。现在，许多这类外激素经合成后能与捕捉机一起使用，捕捉并监控有害生物，如面粉蛾、黄粉虫和蟑螂。当有害生物较罕见时也可在贮藏食物的地方广泛使用外激素，这也成为一项公众卫生方案所用的防治害虫的方法。

东方蟑螂是在世界很多地方成为害虫的多种蟑螂的一种。它们在污水、废物与厨房间任意活动，携带着引起肠道疾病的生物。然而它们对于食物碎片的嗜好只是它们作为食腐者——食物链中至关重要的一环——所起的自然作用的一部分。是人类提供给它们成为害虫的机会。

自然保护

自然界所面临的威胁已达到绝对有必要采取措施来全面控制对环境造成的破坏的程度。尤其重要的是，已专门辟出一些地区作为生物的自然栖息地加以特殊保护，以确保有尽可能多的动植物种类存活下来。当然了，在这个星球上人类能承受的用来作保护区的地区面积还是有限的，因为人类自身既要求生活空间，也要求食物生产和工业活动提供充足的供给。所以试图平衡这些有时是相互矛盾的要求就成为自然资源保护论者的任务了。

自然资源保护不是简单地保存资源，而是明智地使用资源，对自然资源应采取一种有教养的管理员的态度。目的是当我们把地球传交给子孙时，与我们继承它时相比，它至少应是完好无损的。因此自然资源保护不是一个我们不采取行动任其自然地发展的被动过程。一般地它包括积极地管理自然资源，最大程度地利用最广泛的物种(包括我们自身)。

为什么要保护自然资源

我们应关心并加强资源保护。以下是五条理由：

⑴提高生物多样性。一种物种一旦丧失即不可再有。在这一地区犯的错误永远不能纠正。从自私的观点看，我们永远不能判定一种物种(作为一种食物来源、药物来源或科学信息来源)的丧失有一天会给人类带来多大的损失。

⑵容许重新利用。人类总会需要自然界的资源来获取原材料、能量和食物。不断从自然界获得收成要求认真地管理来确保资源不被耗尽或损失。

⑶维护和管理全球环境。资源保护要求建设一个干净健康的环境来确保整个自然界得以生存。

⑷进行研究和教育。科学的进步对于实现上述三点是至关重要的。自然保护区和公园的保留提供了一个机会来研究世界生态系统并理解生态平衡以及它们所起的作用，然后这些研究成果能应用于对人类自身的研究上。

⑸为人类提供休闲和娱乐的活动场所。自然如果不是丰富多彩的，我们居住的世界该是多么的沉闷。因此人类生活质量的提高与多姿多彩的自然世界是紧密相关的。

上述理由说明了为什么我们应关心环境保护问题。即使这一过程可能在经济上耗资巨大，并且要求长时间监控。尤其在当今人口急剧膨胀，世界范围内工业飞快发展的情况下，环境保护的一个重要方向是要建立自然保护区以确保自然世界的一切不要丧失殆尽或遭到不可弥补的损失。但是保护区地点的选择、总体设计和管理都给自然资源保护论者提出了许多问题。

选定地点和受保护的物种

选择自然保护区的地点要求一个评估的过程，但是建立一个价值评判赖以依据的客观标准并不是一件简单的事。一个未来的自然保护区的一个重要方面是物种丰富，这通常意味着保护区需要规模大并包括各种各样的栖息地。但规模本身并不能保证多样性。一些小的保护区反而是有价值的。

地点评估中另一个重要问题是这一地点是否容易恢复活力。一些栖息地，如长期被许多动物占据的白桦林地很年轻，若遭破坏或损毁，几年内就可恢复生机。其他栖息地，如原始森林或开阔的泥炭地，可能已历经几千年才达到它们目前的发展状态，因此必须认为基本上它们是不可替代的。显然，后一种生态类型理应处在比前者更高的地位上。

一些栖息地很脆弱，甚至容易遭到不太严重的干扰的破坏。如许多湿地生态系统，容易受到干扰和污染。其他的如短草草地和石南丛生的荒地，能忍受来自人类的一些压力，包括用作娱乐活动的场所。特别应注意保护脆弱易受损害的环境，相应地也要重视环境的管理。

经过比较不同的物种，其稀有性是决定公众支持和注意的重要因素，尤其在全球范围内某种物种的生存遭到了威胁，但是即使在稀有的物种中，大型并且富有魅力的物种是关心的焦点，这不利于其他物种的保护。有关大熊猫和加洲大秃鹫的报道总成为报刊的头条新闻，而许多相比之下黯然失色的植物和昆虫却因未得到应有的重视随着南美洲雨林被破坏而相继灭

美国野牛或称平原野牛，正在美国怀俄明州黄石国家公园吃草。在欧洲定居者到来之前，超过5000万头野牛平静地生活在北美洲的大草原上。野牛大量地迁徙为大草原上生活的印第安人提供了重要的经济依靠。然而，欧洲人为了获取肉和毛皮，几十年间毫无节制地大量捕杀野牛。到19世纪末以前，野牛种已经到了灭绝的边缘。全部幸存下来的只有几百只。自那以后开辟了保护区。经过细心的管理，使剩下为数不多的野牛恢复了往日的数量。现在野牛数已达到好几万头之多。

参见
· 地球生态系统(管理问题) 202 页
· 岛屿 214 页
· 湿地(管理问题) 216 页
· 污染 224—227 页
· 正在消失的生境 228 页

绝了。

在选择栖息地和值得保护的物种时，稀有物种得到很多重视。这时就存在着一种危险，即地方观念引起的眼界狭小。例如，在不列颠诸岛上，欧石南丛生的荒野上生活着一种鸟，是受到保护的目标。作为一种可饲养的鸟，它仅限于在英国南部一些地方生活。在严酷的冬天，它们就几近灭绝，因此受到很大关注。但实际上这种鸟在西欧和南欧分布非常广泛。它在西班牙更是一种很普通的鸟。这种鸟地理分布的最北界在英国，显然那儿的条件只是勉强过得去。虽然试图要保护这种当地的稀有鸟类并没有什么坏处，但与那些看上去在当地数量丰富，然而在世界范围内却是稀少有限的物种相比，前者不应该占据优先的位置。英国杨树是一种非常普通的开蓝色铃状花的植物，但从全球范围内看，非常独特，而且仅限于在西北欧遥远的地区生长。因此，英国自然资源保护论者的注意力应首先集中在开辟这种植物的栖息地上。

栖息地的要求条件

关注保护稀有物种的栖息地就是对稀有物种最好的保护，这一点现在已是很清楚了。有时稀有物种对栖息地有很高的要求。如西班牙的秃鹫和加洲的秃鹰，需要大片栖息地以搜寻食物来生活，而且必须保证它们有腐肉的食物供应，这又要求在一些畜牧活动中有动物尸体被弃在山上自行腐烂。

保护热带雨林中各种青蛙所要求的栖息地却是具有另一种空间规模，即它们需小湿泥洞来繁殖。虽然青蛙一年只有几天利用这种栖息地，但正是依赖这些洞，许多种青蛙才得以存活下去。例如，经过研究中美洲青蛙生活习性发现，西貘，一种森林野猪(见113页)，喜欢在湿的地方打滚，因此能留下许多露天泥塘，这正是青蛙所需的。在这种情况下，保护青蛙依赖于保护西貘。这说明生态保护网是非常复杂的。

岛屿模型

通过应用岛屿生物地理学(见214页)，试图使自然资源保护区的选择和设计基于更科学更客观的基础上。在许多方面，自然资源保护区与岛屿相类似，正像一个岛屿这样的栖息地是被水包围形成的孤立单元一样。例如，在露天农田环境中有一块林地，由于周围的地区是不同类的植被，这块林地就代表一种与其他同类地区相隔绝的栖息地。

在其他方面，岛屿生物地理学理论表明，大型保护区优选于小型栖息地，类似的栖息地彼此相隔不应太远，这样才能够发生种群交换。“岛屿链”有助于保护区之间的这种运动，并且从一个保护区到另一个保护区之间也已开始尝试建立走廊。如在哥斯达黎加有一3—6公里(2—4英里)宽的森林带把一片低地森林保护区与一块高地衔接。这一林带为森林中的动物和鸟类提供了一条迁移途径。另一方面，分割保护区，如修一条大路要穿过一片森林，路两边的动植物被隔离开，这样有效地把一个保护区一分为二。

就像由于海平面上升而与大陆相隔形成的岛屿上生存的物种可能过于饱和一样，在温带和热带地区不完整的保护区内形成一种新的平衡时会失去很多物种。在巴西用做实验的密布森林的岛屿一直在以与其面积相当的速度失去物种。已发现一个面积1400公顷(14平方公里或5.4平方英里)的岛屿，在受隔离的第一年间，失去了在其上繁殖的鸟类中的14%。而250公顷的岛屿失去了41%的鸟类，21公顷失去了62%的鸟类。

因此，保护区面积对于物种灭绝速度的影响就很清楚了。尚不清楚的是在温带地区里一些重要的比较老的保护区，如美国国家公园，是否还在以同样的速度失去物种。若是这样，一些较大的并且对保护区要求较高的物种就很危险了。例如灰熊，栖息范围大约在3000平方公里(1158平方英里)。因此，即使保护面积大，容纳的最多种群量也不能过大。这引发出一个问题：到底允许保护多大的动物种群量才能维持保护区的活力？一些人建议是最小种群量是500，否则近亲繁殖就会引起基因弱化问题。但是一些物种的种群量已经降到了这个最低值以下。经人类的救助，还能恢复种群的数量。即便如此，我们仍不能掉以轻心，放任一些物种数量跌到危险的低水平线上。

人的因素

一旦选定了保护区，一定要设法维持保护区的活力和多样性。对于自然保护区放手不管的方法往往是适得其反。如对于欧洲的草原和石南丛生的荒地以及美洲森林，近几年由于人类几十年漠不关心的结果，使后者遭到多次火灾破坏。因此需要有目的的烧荒方案，这能避免过量的可燃物堆积，同时又有利于栖息地的多样化以维持很多动植物物种延续所需的条件。

不管我们愿意与否，人类现在是这个星球生态的一个主要影响因素。这种影响可能对其他生命形式是十分有害的，因为我们施用杀虫剂，生产出废弃产品，这些都严重地危害自然环境。假设我们致力于认真管理这个星球生物圈中所剩无几的财产，人类就能为保护地球生命的多样性发挥建设性的作用。

海洋保护

捕鲸——最后的垂死挣扎。

海洋自然资源保护论者所面临的众多挑战，在某些方面与陆地资源保护论者所面临的挑战有所不同。就栖息地本身而言，人类并不直接与海洋物种争夺其使用权，然而人类活动的影响仍具有很大的破坏力。对于海洋生命的主要威胁来自对海洋的污染以及将海洋作为一个食物资源地进行开发。

最严重的海洋污染仅限于近海浅水水域(这是90%以上海洋生物的家园)，它占了至少海洋总面积的1/10。向海洋倾倒有毒化学物质、核废料以及人类产生的垃圾，直接威胁到海洋生物的生存。更可怕的是，有毒的废物经过食物链富集，最终到达顶级消费者，如大鱼和一些哺乳动物，包括人(见227页)，造成更严重的危害。事故造成的污染，如原油泄漏，也能扰乱鱼的呼吸系统、杀死珊瑚礁，给海洋生物带来灭顶之灾。为了治理原油污染，如频繁地使用像分散剂这样的清洁剂，会干扰无脊椎动物和鱼从水中吸收氧气。

很长时间以来，人类一直把海洋当做获取食物的一个来源。但是，在过去的几十年里，先进技术造成了过量的捕捞，这具有更深层次的生态学意义。在20世纪50年代出现了装备着探测鱼群的声纳、大型水力驱动的鱼网和装配有便利的冰冻设施的捕鱼船队。每年的捕获量有巨大提高，但难以维持，导致了20世纪70年代初期的渔业大萧条。捕鲸以获得鲸肉和有价值的鲸油(见145页)就更令人唏嘘。随着捕鲸手段的提高，巨鲸数量日益减少，各类巨鲸被捕杀到灭绝边缘。

解决这些问题所需采取的措施是显而易见的，但却难以有效地付诸实施。必须制定一个广泛的世界性的有关海洋管理的协议。像联合国这样的机构，为达到这一目的已做出一定贡献。只有保持健康的海洋环境，并且不为追求短期获利而使它负担过重，广袤无垠的海洋才有可能成为人类取之不尽用之不竭的资源。

土豚(aardvark)：一种以蚂蚁和白蚁为食的哺乳动物，生活在撒哈拉沙漠以南地区。因性质独特，将其单列一目(管齿目)；见101页，109页(方框)，164页。

土狼(aardwolf)：一种非典型的鬣狗科动物；见125页(方框)。

毛蕊花(Aaron's rod)：又名大毛蕊花，一种两年生植物。其形态高大，密被茸毛，开黄色花。生长在欧洲、亚洲及喜马拉雅山地区的干燥土壤中。

腹部(abdomen)：昆虫(及其他节肢动物)身体的最后部分，位于胸部或头胸部后面(见59页)。脊椎动物身体的肚子(哺乳动物身上膈膜附近部位)亦称为腹部。

非生命的、无生命的(abiotic)：通常指生态系统中无生命的事物，如矿质土、大气等。其反义词为有生命的事物。

皱胃(abomasum)：反刍动物胃的第四部分；见112页。

脱落酸(abscisic acid)：一种具有多种重要作用的植物激素。在一定程度上使植物脱落，促使种子和芽进入休眠状态，在干燥条件下导致叶子气孔的闭合(见方框，31页)；同时在不同的生长和发育过程中发挥作用；见33页。

脱落(abscission)：植物器官(叶、果、花)的脱落，由植物器官基部的脱落层细胞壁破裂而引起。脱落酸在此过程中发挥作用。

吸收作用(absorption)：消化后食物被吸收并输送到身体各部位的过程；见179页。

深海带(abyssal zone)：一海洋区域；见220—221页。

金合欢(acacia)：含羞草科金合欢属乔木和灌木，约800种。四季常青，多刺，生长在热带和亚热带干旱的低矮丛林中。在干燥地区，用于保持沙丘平衡和木材生产。早期澳洲居民常常用枝条掺泥修建茅屋，因此俗称澳洲金合欢树。花匠经常将银荆花以含羞草花出售。阿拉伯胶树是阿拉伯胶的主要来源；见203页。

鸣禽(accentor)：雀形目鸟类，与麻雀同属一科，属岩鹨亚科，约13种。大小与麻雀相仿，身体为褐色或灰色，喙坚硬，在欧亚大陆低矮植被中营巢。欧洲林岩鹨亦称岩鹨属林岩鹨，以昆虫、种子和浆果为食。

偶见种(accidental)：一种偶尔出现的生物，在其分布非正常范围内偶尔短期逗留。

鹞(accipiter)：鹰形目鹫科鹰属猛禽，48种。圆翅，长尾，长腿，包括雀鹰和苍鹰。

槭科(Aceraceae)：双子叶植物科，包括槭树和西克莫；见45页。

瘦果(achene)：一种不裂(成熟不开裂)干果。含一枚种子，由一个心皮发育而成(如草莓籽，莴苣种子)。

蓍属(achillea)：雏菊科蓍属草本植物，约200种。生长在旧大陆温带地区。蓍草是一种药用草本植物，含蓍草碱和麝香，用于止血。

酸性的(acidic)：富含氢离子，因此可以与碱性化合物发生反应。用pH值测定，小于7(中性)，为酸性。通常指弱酸地区的水和土壤。

酸雨(acid rain)：含各种酸的降雨，工业污染所致；见207页，209页，218页，219页，225页。

酸性土壤(acid soil)：因土壤中氢离子含量过多而引起酸性反应的土壤，通常含钙量低且缺乏其他元素，可能遭受铝中毒。

乌头(Aconitum)：毛茛科多年生草本植物的北温带一属，约300种。其花特别，形似兜帽，如舟形乌头和乌头狼毒乌头。所有种类均有毒，含生物乌头碱。

玉钩虫(acorn worm)：(脊索动物门)半索动物亚门无脊椎动物。蠕虫状，生活在泥土中；身体由喙、颈和躯干三部分组成。躯干口有一串鳃腔外口，襟上有一支撑杆(脊索)，故被认为与脊索动物有近缘关系。但这种关系没有得到普遍认可，因此通常被单列一门；见51页(方框)。

长尾刺鼠(acouchi)：啮齿目南美刺豚鼠属动物(蓬刺鼠科)，共2种。短尾，状似无尾刺豚属，生活在南美洲热带森林中，以果实和种子为食。

获得性状(acquired characteristics)：生物体一生所拥有的特征。拉马克在他的演变理论中提出这种特征可以遗传；见12页。

活性转移(active transport)：由低浓度区域向高浓度区域的分子运动。细胞膜(见20页)能进行此项运动。

适应性(adaptation)：1.进化生物体完善某一特定功能的特性。适应性能增加生物体在其居住环境中生存和生育机会(或那些与之有近缘关系的生物体)，因此自然选择的结果导致了适应性的存在；见12—17页。2.感觉刺激随时间衰退的生理过程；见188页。

适应辐射(adaptive radiation)：使一群有亲缘关系的生物分居不同的栖息地，从而导致一些具有不同生存方式的新种类的进化；见16页，17页(方框)，214页。

旋角羚(addax)：一种灰白色羚羊，角长，呈螺旋扭曲状，生活在北非沙漠地区。

花蝶(admiral)：(蛱蝶亚科)蛱蝶属几种蛱蝶蝴蝶的统称。世界性分布，以荨麻和蓟为食。

二磷酸腺苷(ADP)：可转变成三磷酸腺苷(ATP)的一种复杂分子。

肾上腺(adrenal gland)：脊椎动物身体上靠近肾部的内分泌腺，负责各种激素的分泌作用，包括肾上腺素。

肾上腺素(adrenaline)：脊椎动物肾上腺对紧张刺激和为突如其来的活动(如争斗或逃跑)做准备等做出反应而分泌的一种激素；见183页。

进化的(advanced)：(生物体或结构)从远祖形式特化或相应改变过来的；见60页(方框)。

偶生的(adventitious)：(植物结构)在植物体非典型位置上生长出来的，如偶生的根或叶边偶生的芽。

炫耀(展示)(advertisement)：一种明显的动物展示形式，通常是地域性雄性动物用来吸引雌性动物或击退对手的手段。

需氧的(aerobic)：仅在有氧情况下发生作用的。

需氧细菌(aerobic bacteria)：靠氧生存的细菌；见25页。

夏眠(aestivation)：一种暂停的身体活动状态，通常是对炎热干燥的夏季条件的反应；见73页(肺鱼)，83页(恐龙)，175页。

传入神经(afferent nerve)：一种将感觉器官信息传递到中枢神经系统的神经细胞；见182页。

鬣蜥(agamid)：鬣蜥科蜥蜴，约300种，广泛分布在旧大陆温暖地区。多数为食虫动物，许多鬣蜥为伪装和炫耀自己能迅速改变身体颜色。

伞菌(agaric)：伞菌目或红菇目担子菌真菌(见35页)。状似蘑菇，多菌褶，有几种可食用(如蘑菇、木牡蛎和香菇)。

龙舌兰(Agave)：龙舌兰科美洲植物树属，约300种。叶大坚

硬，通常成簇生长，肉质，适合生长在干燥地区。世纪树亦称美洲芦荟，每年仅出几片叶子，最终开花，寿命可达50年。

集群(aggregation)：一群动物分别被某一环境因素，如水源或食物，所吸引而聚集，无群居组织；见156页。

侵犯行为(aggression)：动物伤害或威胁同类成员的一种行为，主要是为保护领地，竞争接近雌性动物，或为在群居级系中获一席之位；见154页，157页(方框)。

刺豚鼠(agouti)：啮齿目蓬刺鼠科动物，共10种。体大，短尾，形似无尾刺豚鼠，生长在南美森林和草原上。以果实、种子和鲜美多汁的植被为食。

农业(agriculture)：饲养牲畜和栽培农作物；见212－213页，230－231页。农业对自然生态系统的影响；见200－211页，217页，228－229页。

气囊(air sac)：1.肺泡的又一名称。2.用来减轻重力结构重量的气体空间，如鸟骨中(见92页)。

警戒反应(alarm response)：对危险情况的一种反应，为警告其他动物的信号。通常是具体的听觉、嗅觉或视觉信号，如喊叫、信息素或竖尾。

信天翁(albatross)：(鹱形目)鹱科，南方海洋大型滑翔鸟类，共14种，翅长而薄，习惯跟随船只飞行，以鱼类和甲壳纲动物为食。最大鸟类为漂泊信天翁，翅展超过3米(10英尺)；见90－93页，170页。

桤木(alder)：桤木科桤木属乔木和灌木，约35种，主要生长温带潮湿地区，构成浓密低矮丛林(见219页)。用于鞣革和织物染色的丹宁酸可从某些树种的树皮中提取，如欧洲桤木；见197页，219页。

泥蛉(alderfly)：脉翅目泥蛉科昆虫，分布广泛。成虫色深，飞行缓慢；幼虫水生，食肉，腹部有一串长边气管鳃。

苜蓿(alfalfa)：亦称紫苜蓿，(蝶形花科)豆科植物，为饲料的重要来源。其亚种苜蓿草种植最为广泛，花色淡紫；另一亚种开黄色花。苜蓿属一些其他种类植物亦称苜蓿。

藻类(algae)：低等植物名称，离水后不具有特殊的生命变化形式。单细胞种类称为原生生物；多细胞种类称做海藻；见26－27页，34页，215页，226页(方框)。

藻胶(algin)：几种褐藻酸的统称，是从褐藻(海藻)中提取出的某些糖酸的复杂多糖聚合物，可用来食物调味，具有重要经济价值。

泽泻亚纲(Alismatidae)：单子叶植物亚纲；见45页。

碱性土(alkaline soil)：因土壤中氢离子浓度过低而引起碱性反应的土壤。通常钙和镁含量高(蛇根碱土)，但容易导致铁和磷缺乏。

尿囊(allantois)：爬行动物和鸟类胚胎中作为呼吸和排泄器官的膜质。在有胎盘哺乳动物身上，会成为胎盘的一部分；见86页，187页。

等位基因(allele)：构成基因的核甘酸碱基序列；见22页。

短吻鳄(alligator)：(钝吻鳄科)钝吻鳄属鳄类爬行动物，共2种，包括宽吻鳄。较大的美国短吻鳄的皮和肉有实用价值，在美国的一些市区已成为宠物，较小的中国扬子鳄为濒危物种(见89页)。

葱属植物(Allium)：葱属植物科的一属，包括细香葱、大蒜和洋葱。

多香果(allspice)：灯笼椒，牙买加胡椒，一种热带常青树种，生长于新大陆。其干燥的浆果可用做香料，其味道类似于丁香、桂皮和肉豆寇混合香味。

扁桃树(almond)：蔷薇科乔木，原产亚洲西部，现在欧洲南部、非洲西部和加利福尼亚地区培植，其坚果有实用价值。从甜仁扁桃和苦仁扁桃中可提炼甜扁桃油，但只有甜仁扁桃可食用。

芦荟(aloe)：百合科芦荟属灌木或旱生(抗旱的)植物，约100种，生长在热带旧大陆。从库拉索尔芦荟的叶中可榨出苦芦荟汁。

羊驼(alpaca)：(骆驼科)一种驯化了的南美洲偶蹄目哺乳动物，为南美野生羊驼的后裔。毛色深、质粗，用来织成毛毡物和衣料；见115页(方框)。

高山的(alpine)：高海拔地区，位于乔木生长区和常年积雪区之间；见10－11页，210－211页。

世代交替(alternation of generation)：生物体有性繁殖和无性繁殖交替出现的繁殖过程。所有植物都具有这种配子体和孢子体之间的世代交替(见33－34页，36－37页)，但在种子植物中(见38－41页)却不甚明显。许多无脊动物亦会有此过程，如珊瑚和蚜虫(见53页，63页，184页)。

利他行为(altruism)：动物的一种有损自己利益而有利于别的动物的行为，如竖尾。“损害”和“有利”通常被解释成动物生存和繁殖的能力。这一行为的演变通常可用亲属选择这一概念解释；见149页(方框)，153页。

肺泡(alveolus)：气囊，位于肺部气管末端的许多微小膨大气泡，用来增加气体与血液交换的表面积；见180页(方框)。

庭荠(alyssum)：十字花科庭荠属草本植物，约100种，主要生长在地中海地区。某些种类，如金庭荠作为岩生植物栽种。

伞形毒菌(Amanita)：分布广泛的伞菌真菌的一属，包括有毒种(剧毒毒伞子实体和剧毒白毒伞子实体)；致幻种(毒绳伞)和可食种(微红鹅膏)；见35页。

苋属植物(amaranth)：苋科苋属草本植物，约60种，生长在热带和温带地区。栽培苋长有下垂的花簇。美国西部的几种苋属植物称风滚草，闻名世界。

孤挺花(amaryllis)：石蒜科孤挺花属植物，约75种。球茎状，花呈漏斗状，适合家庭栽种。

无鞭毛菌(Amastigomycota)：纯真菌门，共两种；见35页。

仙果(ambrosia)：亦称豚草，雏菊科仙果属一年生或多年生草本植物，约40种。芳香型，可做药材，生长在新大陆地区。

棘胫小蠹(ambrosia beetle)：长小蠹科小蠹。因在木虫道上及其幼虫寄食的粪便上滋生真菌而得名。

埋伏(ambush)：一种捕食方法，指守候在猎物可能出现的地方，一旦猎物出现立即捕获。此种捕食行为需要伪装，以防被猎物发现，同时也需要各种手段，如网和诱饵；见164页。

美洲拟椋鸟科(American blackbird)：雀形目拟黄鹂族新大陆鸟类，约100种，与鹂有亲缘关系。羽衣暗色光滑，有耀眼斑点。本科包括新大陆金黄鹂、草地鹨、鹪哥、牛鹂和“黑鸟”，其中红翅黑鸟是北美洲最常见种类(见217页)。

氨基酸(amino acid)：组成蛋白质的基本单位，由一个或多个羧基(-COOH)和一个或多个氨基($-NH_2$)连接一个碳原子组成，自然界中存在着80多种氨基酸，其中20种在蛋白质中。每一种氨基酸因有不同的侧链团而各不相同。有机体能合成许多种氨基酸，但有一些需从饮食中摄取；见6页(方框)，7页，22页，179页。

氨(ammonia)：一种有刺激性的无色气体(NH_3)：存在于早

期大气之中，可能与生命起源有关(见7页)。在氮循环中也起重要作用(见197页)。

菊石(ammonite)：菊石目头足软体动物，已灭绝，与乌贼和枪乌贼有亲缘关系。食肉动物，体大，可变化。体内有螺旋壳，使其漂浮。在中生代为海洋中主要生物(在鱼类成为主要海洋生物之前)，同时也是白垩和石灰岩地区常见的化石；见5页，57页。

羊膜(amnion)：爬行类、鸟类和哺乳类动物体内胚胎周围的保护膜，使其构成一个充满液体的羊水腔。鉴于此种结构，这三类动物亦称“羊膜动物”；见86页，187页。

变形虫(amoeba)：阿米巴属原生动物；见26－27页，176页。

两栖动物(amphibian)：两栖纲脊椎动物。现存代表动物可分三目：无尾目(青蛙和蟾蜍)；有尾目(蝾螈，包括水源和鳗螈)以及无足目(蚓螈)。尽管两栖动物是主要脊椎动物约4000种中最小的一类，但它们却在生命进化过程中起到了核心作用，因为它们是第一批离开水域到陆地上生活的动物，因此备受关注；见78－81页。

蚓蜥(amphisbaenian)：蠕虫蜥，蚓蜥亚目穴居爬行动物，与蛇和(纯种)蜥蜴有亲缘关系。无眼，无四肢，以蠕虫和其他无脊椎动物为食；见85页。

罗氏壶腹(ampullae of Lorenzini)：鱼类头部的充满水母的感觉导管；见189页，191页(方框)。

森蚺(anaconda)：南美洲热带大水蟒：为最大蛇类之一。成蛇平均长达6米(20英尺)；有记录记载蛇长近9米(30英尺)；见89页。

厌氧的(anaerobic)：在缺氧条件下发生作用的。

厌氧细菌(anaerobic bacteria)：在缺氧条件下生长的细菌；见25页。

同功的(analogous)：(两种不同有机体中的器官或结构)外貌相似，但不是从同一祖先进化而来的；见14页。

缺弓亚纲(anapsid)：爬行动物，头骨上无颞颥孔。龟鳖目为当今此类动物的典型代表(海龟和陆龟)。

缺甲类动物(anaspid)：见70页。

解剖学(anatomy)：对身体结构的研究。

鳀(anchovy)：鳀科鱼类，约200种，与鲱同属一目。外表与小鲱鱼相近，多数生活在世界各地的温带和热带浅海地区。为大鱼如金枪鱼的主要猎物。许多种类具有经济价值；见66页。

银莲花(anemone或windflower)：毛茛科银莲花属热带多年生草本植物，约80种。因含内脂——银莲花素，有毒性，故多作为观赏植物栽培。

双锯鱼(anemone fish)：雀鲷双锯鱼亚科鱼类，约26种，栖息在印度洋—太平洋沿海热带水域中。生活在海葵触手中，因此可免受食肉动物的侵袭。其满身黏液含化学成分，可免受海葵刺丝的伤害。

扁鲨(angel fish)：鲈形目刺盖鱼科鱼类，共74种，生长在热带礁脉中。其色彩鲜艳，鳃盖处有一根尖硬朝后长的刺，故区别于其他鱼类。其他淡水和海水鱼类有时亦称“扁鲨”；见74页。

扁鲨(angel shark)：扁鲨科海洋鲨鱼类，约10种，生活在大西洋和太平洋中。胸鳍宽大，外貌有时似魟，有时似鲨。以“扁鲨类”被人所知。

被子植物(angiosperm)：种子被包在果核里的结种植物，如有花植物，见38页，40－41页，42－47页。

鮟鱇鱼(angler fish)：鮟鱇目各种鱼类的俗称，生活在热带和温带海洋浅水和深水水域中。头大口宽，长有多排利齿，在长长的背鳍刺尖端有一肉质“钓饵”，引诱小鱼上钩吞食。生活在深海的鮟鱇鱼的“钓饵”会发光。鮟鱇科浅海中的鮟鱇(亦称扁鲨类或鮟鱇)鱼，近年来可食用，颇受喜爱；见75页，76页(方框)，221页。

金熊猴(angwantibo)：树熊猴，(懒猴科)低级灵长目动物，行动迟缓，昼伏夜出，生活在非洲西部热带雨林中；见137页。

动物(animals)：见50－51页。

茴芹(anise)：胡萝卜科，地中海中部草本植物。用其果实(洋茴香)可榨出茴芹油，可医用和调味。从茴香和非亲缘的乔木八角中亦可获类似调味品。

甲龙(ankylosaur)：披甲四足恐龙；见83页。

环节动物(annelid)：亦称“分节虫”，环节动物门无脊椎动物。分三纲，9000多种类，包括多毛目软体虫、蚯蚓和水蛭；见55页，218页。

倭水牛(anoa)：一种野生牛类，形似小型水牛，黑皮，小腿为白色，仅生活在苏拉西岛山区森林中。

蚂蚁(ant)：膜翅目蚁科昆虫，约5000多种，全球分布，群居，有完善的一级或多级职虫级体系。每个蚁巢都仅有一个生育的蚁后，由工蚁侍候。蜜蜂和黄蜂通常将幼虫关在翅室里，而蚁类却与之不同。蚁类幼虫通常在蚁巢中游荡，迁移时，由工蚁带着迁移。见63页，66页，153页，160页，163页(方框)。

南极地区(Antarctic)：1.南极圈(南纬60°33′)以南地区，该地区夏至全天24小时日光照耀；冬至全天24小时无日照。亦包括南极大陆。2.南极植物群区；见30页(地图)。

蚁鸟(antbird)：雀形目蚁鸫科和蚁鸟科鸟类，共244种，生活在美洲中部、南部森林和灌木丛中。最大部分种类羽衣多为褐色，某些雄性蚁鸟头部有斑点，上喙呈钩状，包住下喙前端。习惯食用由抢劫行军蚁翻出的昆虫，故而得名。

食蚁兽(anteater)：贫齿目食蚁兽科哺乳动物，共4种，生活在墨西哥以南到阿根廷以北地区。为特殊的以蚂蚁和白蚁为食的动物。小食蚁兽树栖于森林中。见106－107页，164页，203页。

肥足袋小鼠(antechinus)：肥足袋小鼠属小型袋鼬有袋动物，约10种，广泛分布在澳大利亚和新几内亚，以昆虫和其他无脊椎动物为食。

羚羊(antelope)：许多牛科哺乳动物的俗名。其典型特征是体态优美，腿长，以草为食。马羚亚科包括大羚羊、水羚羊、水羚和牛羚；羚羊亚科包括一些小型羚羊，如黑斑羚和瞪羚；牛亚科包括大脚斑羚和紫羚羊，长有螺旋状角，牛亦属此亚科；见114－115页，203页，206页。

触角(antenna)：甲壳纲昆虫头部附属的一对突出物，一般能灵活运动，并且有传递感觉功能，有时亦用于其他作用，如游水和防卫；见59页，66－67页。

花药(anther)：花雄蕊上端产花粉的部分；见41页。

精子囊(antheridium)：孢子植物和真菌产生配子的器官，通常指短茎上的球形结构。

角苔亚纲(Anthocerotae)：苔藓植物纲，包括角苔；见37页。

珊瑚虫(anthozoan)：珊瑚虫纲海洋腔肠动物。有些独居(海葵)；有些群居(珊瑚)。在所有珊瑚虫纲动物中，珊瑚虫状态为整个生命周期的主体，许多珊瑚虫分泌钙质骨骼；见53页。

石炭蜥(anthracosaur)：已灭绝四足动物(四足脊椎动物)。大约在3.5亿－2.7亿年前数量繁多。与早期爬行动物有紧密的亲缘关系，因此与羊膜动物也有亲缘关系；见78页。

类人猿(anthropoid)：高级灵长目动物；见136页。

拟人论(anthropomorphism)：基于非人类行为基础之上，赋予动物以人类情感或其他特点的倾向，表面似人类行为模式。

抗菌素(antibiotic)：抵抗细菌感染的药物，如青霉素；见227页。

抗体(antibody)：在有机体中，由于异种化学物质(抗原)的侵入而产生的具有保护作用的蛋白质物质。

鹿角(antler)：雄性鹿(和雌性驯鹿)头上长的两个骨质结构，需每年截去。也可用来指其他动物的类似结构，如鹿角锹甲；见116－117页，152页。

蚁狮(antlion)：脉翅目蚁蛉科昆虫。成虫貌似飞行缓慢的蜻蜓，但有触须；幼虫亦称蚁蛉，常常挖圆锥形坑用来捕食猎物(通常是蚁类)；见164页。

无尾目动物(anuran)：无尾目两栖动物，包括24个科，约3500种蛙类和蟾蜍类("无尾"两栖动物)。无尾目动物虽在结构上较一致，但其展现出的习性却形式多样，其中陆栖、树栖、穴居及水生形式已众所周知。多数无尾目动物都经历自由浮游的蝌蚪阶段，但仍有许多种类表现出亲代抚育现象，如产婆蟾和达尔文尖吻蟾(见81页)；见78－81页。

肛门(anus)：消化道末端的口儿，体内废物从此排出体外；见179页。

主动脉(aorta)：将左心室里的氧合血通过支动脉输送到身体各部分的大血管。

类人猿(ape)：类人动物总科高级灵长类动物，仅生存于旧大陆(人类除外)。传统上被分为小类人猿类(9种长臂猿)、4种大猩猩类(猩猩、大猩猩、黑猩猩)和人类；见14页，136页，140－141页。

尖(apex)：某一结构如根或芽的顶端。

蚜虫(aphid)：同翅亚目蚜虫科昆虫，世界性分布，约3600多种。对农作物直接造成损害，并且能传播病毒性疾病，因此成为主要影响人们生计的害虫。生活周期复杂，有性生殖和无性(单性)生殖交替进行，因此短期内可大量繁殖。一年可吞食几种不同植物。有翅成虫可随风飞向四面八方，见62－63页，65页。

伞形科(Apiaceae)：双子叶植物科，其花按伞形花序排列。包括胡萝卜、皱叶欧芹、猪草和芹叶钩物等；见45－46页。

姑息行为(appeasement)：生活行为或减少同类侵犯的行为，反之为侵犯行为(见154页，方框)。

苹果属植物(apple)：蔷薇科苹果属北温带灌木和乔木以及其派生植物，约35种。用于栽培的苹果种类繁多，主要源于野苹果树。多种苹果种类可加工为甜食，用于烹调、调酒，亦可作为观赏植物栽种。

杏树(apricot)：蔷薇科乔木。其桃形果实可食用，春季开花，因此广泛栽种。主要种植于美国、法国、西班牙、匈牙利和土耳其。

无翅类(apterygote)：无翅亚纲无翅昆虫类。包括四个目：缨尾目(缨尾目昆虫)、双尾目、弹尾目(跳虫)和原尾目；见60－61页。

水状液(aqueoushumour)：哺乳类动物眼中的水状液；见189页。

蛛形动物(arachnid)：蛛形纲节肢动物，有6万多种，包括蜘蛛蝎、蜱和螨；见68－69页。

南洋杉属(Araucaria)：南半球针叶植物属，约14种。其叶尖硬，重叠，呈鳞状。智利松亦称智利南美杉，耐寒，为北温带观赏植物(见39页)。智利南美杉和巴拉那松等种类可用作木材。

南洋杉科(Araucariaceae)：针叶植物科，包括贝壳杉和南美杉(南洋杉属)；见39页。

金钟柏(arbor-vitae)：西部红柏，松柏乔木，原产美洲北部，高可达60米(200英寸)；可做木材，也可做防护林。

野草莓树(arbutus)：杜鹃花科浆果鹃属植物，约14种，生长在美洲北部、中部及欧洲南部的灌木和低矮丛林中。果实为红色，可食用，亦称"草莓"。

始祖鸟(Archaeopteryx)：已知最早鸟类；见5页，90页(方框)，91页。

颈卵器(archegonium)：孢子植物(见36页)和一些裸子植物(见38页)的雌性生殖器官，由一颈状层组成，通向含雌性配子(性细胞)的膨大基部。

射水鱼(archerfish)：鲈形目射水鱼科鱼类，共5种，生活在热带印度洋－太平洋海水和淡水水域中。口中能射出水流，射猎水面悬垂植物上的昆虫，故而得名；见76页，151页。

古蜥(archosaur)：双窝类爬行动物，包括鳄类动物、恐龙和翼手龙；见84页。

北极地区(Arctic)：北极圈(北纬66° 33′)以北地区，该地区夏至全天24小时日光照耀，冬至全天24小时无日照；北冰洋冬季结冰。

北极/高山分布(arctic/alpine distribution)：在高海拔和高纬度地区生长的某些种类；见10页，210页。

北极狐(arctic fox)：白狐、蓝狐，犬科动物，生活在欧亚大陆北部的冰原地区、北美、格陵兰岛和冰岛；见210页。皮厚，冬季为白色或淡蓝色；见174页。

北极灌木(Arctic heath)：冰原植被，主要代表是杜鹃花科低矮常青的灌木丛。

北极丛林(Arctic scrub)：冰原植物，主要代表是低矮的脱落灌木，如柳树和桦树。

槟榔科(Arecaceae)：单子叶植物科，包括棕榈；见45页。

水珍鱼(argentine或herringsmelt)：水珍科鱼类，约18种，与鲑科有亲缘关系。为大陆山丘深水鱼类，以鱼类及甲壳纲动物为食。

船蛸(argonaut或paper nautilus)：船蛸属热带和亚热带头足软体动物，有纸状外壳。

假种皮(aril)：种子上的肉质突出物，常由子房层——珠柄发育而成。肉豆蔻即为假种皮。

亚里士多德(Aristotle)(公元前384一前322)：希腊哲学家，著有关于逻辑、哲学、伦理学、文学和政治等方面的著作。在他的《动物志》、《动物结构》和《动物的生殖》三部著作中，他建立了生物分析模式。作为分类家，他解剖过许多动物，研究它们之间的联系；见6页，18页。

犰狳(armadillo)：贫齿目犰狳科哺乳动物，共20种，生活在美洲南部、中部大部分地区和美国的南部。其骨质甲壳上的甲胄独具特点，食杂食、易变，适合在许多不同地区生活。一些小型种类称倭犰狳；见9页，106页，107页。

军蚁(army ant)：军团蚁或茅蚁，矛蚁亚科热带食肉蚁类。游

荡生活在森林中，无永久性蚁巢，但工蚁偶筑巢；见163页(方框)。

粟蚕蛾幼虫(army worm)：一种夜蛾，其幼虫数量繁多，损害各种农作物。

山金车(arnica)：雏菊科山金车属多年生草本植物，约30种，生长在北温带和北极地区。可从中提取山金车花素，用于治疗跌打损伤。

箭毒蛙(arrow-poison frog)：毒针蛙又一名称。

竹芋(arrowroot)：美洲热带多年生植物。形态高大，似芦苇状，根茎可制成食用淀粉，过去将根茎压碎可治疗箭伤。

蒿属植物(Artemisia)：雏菊科多年生草本植物的一属，约400种。原生长于欧洲、亚洲和美洲，普通蒿属植物为美国西南部主要植物(见205页)。许多种类气味芳香，一些可用于烹调和医药；龙蒿可做色拉；艾蒿、蒌蒿和龙蒿可用来调味美思酒。

动脉(artery)：从心脏输送氧合血的血管；见181页。

节肢动物(arthropod)：节肢门最大、最重要的无脊椎动物群。主要子群包括甲壳纲动物、昆虫、百脚和位足纲动物以及蛛形纲动物(蜘蛛、蝎、蜱、螨)；也包括一些小动物类群，如耳虫和鲨、海蜘蛛和北极熊；见58－69页。

洋蓟(artichoke)：一种多年生高大草本植物。叶大，呈灰色，花似箭，其花蕾可食用。

冷菊芋(Jerusalem artichoke)：多年生高大草本植物，花似雏菊，其花可食用。

人工选择(artificial selection)：植物和动物的生育基础，在此基础上，人类选择他们认为合适的品种进行杂交。在18世纪，此种方法在农业中被广泛采纳，在20世纪后期，因基因工程的发展而被取而代之。

偶蹄动物(artiodactyl)：偶蹄目有蹄哺乳动物(有蹄类哺乳动物)，包括10个科，约200种动物，猪(猪科,18种)，西貒(美洲野猪科，3种)，河马(河马科，2种)，骆驼、非洲驼等(驼科，6种)，鼷鼠(鼷鹿科，4种)，麝(麝科，3种)，鹿(鹿科，约38种)，长颈鹿和霍加狓(长颈鹿科，2种)，牛、羚羊、羊、山羊等(牛科，约128种)，叉角羚(叉角羚科，1种)。所有偶蹄目动物基本上均为食草动物，但猪、西貒和河马除外；而且全都是反刍动物；见110页(方框)，112页(方框)，112－117页。

海芋属植物(arum)：天南星科海芋属多年生草本植物，约15种，生长在欧洲和非洲北部。其花聚生成鞘或佛焰苞。斑叶缠南星为丛林和绿篱中常见树种。水海芋和马蹄莲亦属本属。

马蹄莲(arum lily)：天南星科观赏植物，其花周围可见明显的白色佛焰苞。

袋形动物(aschelminth)：袋形动物门无脊椎动物，为隐蔽性动物的一大类，包括轮虫和棘头虫。袋形动物无环节，身体两侧对称，消化道功能完善，但无循环或呼吸系统，多数身上有粘附腺。

子囊菌(ascomycete)：属子囊菌纲，包括子囊中带有有性孢子的真菌(见35页)。

子囊(ascus)：子囊菌纲真菌中能产生有性孢子(子囊孢子；见35页)的结构，位于高级菌类的子实体——子囊果上。

无性生殖(asexual reproduction)：不经过雌雄两性生殖细胞(配子)结合的生殖方式（见184页)。植物繁殖方式为无性繁殖；单细胞有机体为裂殖；许多真菌和低级动物如海葵和珊瑚为芽殖。

梣 (ash)：1.水犀科属乔木，约70种，叶呈羽片状，主要生长在北温带地区。欧洲和白木质坚硬、耐用，可材用。2.指欧洲花楸和棣木。

天门冬属(asparagus)：天门冬属多年生草本，灌木和攀缘植物，约300种。庭栽芦笋(石习柏)的嫩枝富含蛋白质；文竹可做观赏植物。

颤杨(aspen)：杨树类中的5类植物，有35种。树皮色淡光滑，叶柄宽大，稍有微风，即能颤动；见208页。

阿福花(asphodel)：1.百合科阿福花属草本植物，约12种，从地中海地区到喜马拉雅山区均有栽种。2.美洲纳茜菜，纳西莱属北温带草本植物，约6种；见219页。

蜘蛛抱蛋(aspidistra)：百合科草本植物，其叶呈长椭圆形，深绿色，为19世纪流行的庭栽植物。

野驴(ass)：马科奇蹄动物，共两种：非洲野驴和亚洲野驴。前者为家养驴的祖先，后者有许多不同种类和亚种，包括中亚野驴。其特征为红褐色的背部有明显的条纹，生活在中东地区和中国之间的区域以及印度西部。最大的亚种骞驴背部有深色条纹，皮灰褐色，生活在西藏干燥山区和附近地区；见111页。

食虫椿象(assassin bug)：异翅目猎蝽科昆虫，为食肉、嗜血动物。多数猎食其他节肢动物。一些热带种类吸人血，传播细菌，能引起恰加斯疾病。

紫苑属植物(aster)：雏菊科紫苑属温带多年生草本植物，生长在盐碱滩和高山草地之间区域。已栽种的已有12种，包括米迦勒节紫苑。

雏菊科(Asteraceae)：双子叶植物科。其花按多种头状花序分类，包括雏菊、菊、蓟和叶用莴苣等；见45－46页。

雏菊亚纲(Asteridae)：双子叶植物亚纲；见45页。

大桕天蚕(atlasmoth)：天蚕属天蚕蛾，生活在热带，为最大蚕类，翅展可达25厘米(10英寸)；见188页。

大气(atmosphere)：围绕地球的大气层，含氮78%，氧21%，氩不到1%，二氧化碳0.03%，还含少量的氖、氦、甲烷、氪和氢。水含量随气候和天气状况变化。早期的大气与现在不同，氧气微量，甚至没有(见6－7页)。工业生产是引起大气改变的重要因素(见224－225页)。

环状珊瑚岛(atoll)：绕泻潮周围的圆形或马蹄形珊瑚礁；见215页。

三磷酸腺苷(ATP)：adenosinetriphosphate的缩写；见21页。

心房(atrium)：将静脉中的血输送到心室的心脏空腔；见181页。

茄子(aubergine或eggplant)：茄科多年生草本植物，在热带和亚热带有栽种，其果实可做蔬菜食用。

南庭芥(aubretia,aubrietia,aubrieta)：十字花科南庭属多年生草本植物，约15种，生长在地中海地区。

听神经(auditory nerve)：将感觉神经冲动从内耳传向大脑的神经纤维；见191页。

海雀(auk)：鸻形目海雀科海鸟，体矮胖，翅短粗，蹼足，生活在北半球海域。其潜水能力极强，能直线快速低飞。大多在陡崖岩架上筑巢。大海雀不能飞行，已灭绝；见92页，96页。

小海雀(auklet)：海雀的一类，共6种，生长在北太平洋海岸附近地区。小喙，在洞穴或石缝中繁殖。

现代欧洲野牛(aurochs)：北非和欧亚牛类动物，已灭绝，为家养牛类的祖先；见114页，212页。

澳大拉西亚(Australasia)：地理名词，包括澳大利亚、新西兰以及新几内亚和邻近岛屿。

澳洲区(Australian)：1.动物区，见50页(地图)。2.植物区；见30页(地图)。

南猿(austral opithecine)：南方古猿属(南方猿)有人类之前的人科灵长类动物，生活在非洲南部和东部，约100万年前绝迹；见5页。

自发的(autonomic)：与神经系统“本能”部分有关的，如不受意志控制的部分(如心脏和腺功能)；见155页。

自残(autotomy)：动物的一种保护手段，包括截断可被放弃的身体部分。如当蜥蜴被捕食时自行折断尾巴；见54页，89页，167页。

自养生物(autotroph，producer或primary producer)：从单一无机分子中能够合成出生存所需的有机物的生物，通常依靠光合作用(见方框，33页)。包括某些细菌(见24－25页)和原生生物(见26－27页，34页)；以及多数植物(见30－33页)。所有其他生物为异养生物(如取食者)；见194页。

植物生长素(auxin)：参与植物细胞壁生长的激素；见32页。

水杨梅属植物(avens)：1.山杨梅，蔓生低矮山区灌木，生长在北温带地区，俗称岩生植物。2.木杨梅和水杨梅，北温带多年生草本植物。

艾弗里，奥斯瓦尔德(Avery,Oswald T.)(1877－1955)：美国微生物学家，首先奠定了脱氧核糖核酸(DNA)在遗传中的地位；见22页。

鳄梨(avocado)：美洲中部四季常青乔木鳄梨树的果实，形状似梨，紫色。种子大，单生，周围果肉营养丰富。

反嘴鹬(avocet)：涉水鸟，共4种。腿长，喙细长，嘴向上翘，栖息于沼泽、湖泊和海边。与长脚鹬有亲缘关系；见96页，97页(方框)。

回避反应(avoidance)：使动物能逃离表面和潜在危险的行为，可能是天生的或条件反射。

茎轴(axis)：植物的中心部分，如主干和根，枝从此生长。

美西螈(axolotl)：类蝾钝口螈，生活在墨西哥城附近的霍奇米尔科湖和查尔科湖中。为有名的动态持续品种，即幼虫期便有生育能力；见78－79页，81页。

轴突(axon)：神经细胞上的单个的长形突出物，用来从胞体传导神经冲动；见182页(方框)。

指猴(aye-aye)：一种罕见的独特狐猴，昼伏夜出，生活在马达加斯加雨林地区；见136－137页。

香鱼(ayu)：北太平洋鱼类，与蛙科鱼有亲缘关系。淡水中繁殖。在日本为具有最高食用价值的鱼类。

杜鹃花(azalea)：花匠用来描述杜鹃花属中一些小型的落叶常青树种的名称，原为属名。

满江红属(Azolla)：水厥的一属；见37页(方框)，197页。

东南亚疣猪(babirusa)：一种野猪，长牙，身上几乎无毛，生活在苏拉威西岛湿润森林和河边，以及东南亚岛屿上。

狒狒(baboon)：旧大陆狒狒属大型猕猴，皮色鲜艳。亲缘动物有阿拉伯狒狒和南非大狒狒；见139页，149页，151页，154页(方框)，157页(方框)，159页。

雄性兽群(bachelor herd)：非繁殖期，雄性动物群居在一起的动物群。正像临时组成的共配一雄的一群雌性动物种类；见158页。

杆菌(bacillus)：杆状细菌；亦是产孢形式细菌的属名，例如枯草芽孢杆菌；见24页。

仰泳椿(backswimmer)：异翅目，仰泳蝽科昆虫。与划蝽相似，但游水时背朝下；食肉动物，以昆虫和密西西比蝌蚪为食。

细菌(bacteria)：原核生物单细胞有机体；见24－25页。

噬菌体(bacteriophage或phage)：侵食细菌的病毒；见24页。

类杆菌(bacteroids)：根瘤内部固氮细菌的变形；见32页(方框)。

獾(badger)：几种大型穴居鼬类动物，体态壮实，头部有黑白斑点；独居，昼伏夜出，但欧亚獾群居。东南亚白鼬獾体小，形似白鼬；东南亚猪獾口鼻似猪鼻，能活动；见131页，195页，207页。

蓑蛾(bagworm moth)：鳞翅目蓑蛾科昆虫，其幼虫以植物为食，能用植物碎片筑成管状丝袋外壳保护自己。

平衡力(balance)：动物根据地球吸引力保持身体定位的辨别能力；见190－191页。

鲸须(baleen或whalebone)：长须鲸上颌一排角质柔韧的薄片，用于过滤水中的浮游生物；见145页。

香脂(balm或balsam)：几种气味芳香的油质树脂物质，可用一些无关植物制成，如蜜蜂花和香柠檬。

轻木(balsa)：美洲热带低地乔木，生长速度快，心材子房壁极薄，故材质特轻。

竹子(bamboo)：多年生木本禾木(禾科)，约70个属，1000多种。生长密集，地下分茎丛生。其茎用途广泛，可用于建筑、音乐器材和钓鱼杆；见46页。

香蕉(banana)：热带芭蕉属巨大草本植物，状似乔木，果实富含淀粉，是主要的粮食作物和出口作物；见47页。

袋狸(bandicoot)：袋狸科有袋动物，共15种，广泛生活在澳大利亚、塔斯马尼亚岛和新几内亚。食用果实、种子和无脊椎动物。

山龙眼(banksia)：山龙眼科山龙眼属澳大拉西亚常青乔木的灌木，约50种。其花密集头状花序，富含花蜜，故澳大利亚名为“忍冬”。

白臀野牛(banteng)：红褐色野牛，小腿为白色，栖息在印度支那半岛、婆罗洲、爪哇和巴厘岛部分区域，已被当做家畜饲养，叫巴厘牛。

印度榕树(banyan)：无花果属高大乔木，有气生根，貌似柱子。原产于喜马拉雅山脚下，现多在印度栽种。

猴面包树(baobab)：热带乔木，树干粗大，枝粗呈根状，共两种，原产非洲的猴面包树和澳洲的格雷格里猴面包树;见44页，203页。

羽支(barb)：鸟类羽根两边的众多突出物，组成羽片；见92页，93页。

叟猴(barbary ape)：无尾猕猴(非猿类)，生活在直布罗陀和非洲北部；见139页。

触须(barbel)：1.某些鱼类口周围的几根纤细的感觉器官(如鲇鱼)：用来觅食；见188页。2.鲤科鲃属鱼类，因口角长有触毛状触须而得名。

小檗属植物(barberry)：小檗科小檗属带刺落叶或常绿灌木，约450种，主要生长在北半球。许多种类可做观赏植物栽种。

须鴗(barbet)：小型颜色鲜艳的热带鸟类，共82种，是与啄木鸟有亲缘关系的科属。在坚硬的喙周围长有长长的感觉鬃，

多数用来食果实；见91页。
羽纤支(barbicel)：见92页。
羽小支(barbule)：见92页。
树皮(bark)：木质树干和根部维管形成层以外的组织(包括次生韧皮部)；或仅指木栓子部分，为乔木和灌木提供保护层。
小蠹(bark beetle)：小蠹科和棘小蠹科甲虫，与象甲有亲缘关系。形似圆柱，钻入树皮和木质之间，对树木危害极大。可直接损害树木或传播疾病(荷兰疾病)。
大麦(barley)：作为谷类耕种的禾本科温带植物。主要用做饲料；麦芽可制啤酒和酒精。和小麦一样，为最早的耕作植物之一，是由亚洲西南部钝稃野大麦改良而来的品种。
藤壶(barnacle)：蔓足纲海洋甲壳动物，多数为附着滤食性动物，但一些寄生于螃蟹、海星和水母体上；见14页(方框)，66页，221页。
鲈形目鲯科海洋鱼类(barracuda)：约18种，遍布热带和温带海域。体长，嘴长，长有许多尖牙，为大型活跃型捕食鱼类。体长可达1.8米(6英尺)，能袭击人类；见75页(方框)。
堡礁(barrier reef)：一种珊瑚礁；见215页。
碱性的(basic)：与酸性相反。氢离子含量低，因此与酸发生反应。用pH值测量，pH值大于7(中性)为碱性。通常指富含钙和镁的岩石和土壤。
担子菌(basidiomycete)：担子菌纲一种，包括担子上带有有性孢子的真菌(蘑菇和毒蘑菇)；见35页。
担子菌亚门(Basidiomycotina)：无鞭毛菌真菌门担子菌亚门；见35页。
罗勒(basil)：1.香罗勒，芳香型一年生草本植物，用于食物调味。属唇形科植物，原产亚洲西部热带地区。2.罗勒属其他种类植物。
基底膜(basilar membrane)：脊椎动物内耳中的膜；见191页。
蛇怪(basilisk)：蜥属小型美洲鬣蜥蜴。体轻，尾长呈鞭状；树栖。受惊时能用后腿快速直立跑，甚至在水上也能做到。
姥鲨(basking shark)：一种特大型海洋鲨类，体长可达14米(46英尺)，除热带海域外，其他海域均有此类鲨鱼，靠其鳃耙过滤浮游生物；见76页。
鲈鱼(bass)：鲈形目肖鲈科鱼类，共50种，有海鱼和淡水鱼，广泛生活在世界热带和温带水域，与鲈有亲缘关系。
蝙蝠(bat)：翼手目哺乳动物，为哺乳动物最大的惟一能飞行的一族。分两个不等亚目：大翼手目，包括一个科，约170种果蝠和狐蝠；翼手亚目，包括所有其他蝙蝠，有18个科，800多种，多数具有回声定位能力；见14页，43页，118－119页。
蝙蝠鱼(batfish)：蝙蝠鱼科鱼类，与鲛鳐鱼亲缘关系。吻突出，体扁平，靠臂状胸鳍爬行海底。
半深海带(bathal zone)：一海洋区域。
月桂树(bay laurel或sweet bay)：常青灌木，亦指原产于地中海地区的一种小型树种。古代用来编制庆典用花环，其叶可用做调味。
剑吻鲸(beaked whale)：鲸目剑吻鲸科海洋哺乳动物(共18种，包括宽吻鲸)。中等齿鲸生活在所有海洋中；见142－145页。
喙(beak或bill)：鸟嘴突出的坚硬角质部分，其他动物身上也有相似结构，如鱼类和龟类；见93页，96页。
豆科植物(bean)：蚕豆科豆类植物；见方框，32页。其种子形状像肾，富含蛋白质，用于人类和动物食用。
熊(bear)：熊科哺乳动物，共8种，包括大熊猫和食肉动物目最多的种类(灰熊和北极熊)。生活范围广泛，主要在北半球，但在非洲没有此类动物；见9页，122页，128－129页，207页，209页，229页，233页。
河狸(beaver)：河狸科松鼠形啮齿类大型动物，共2种；欧亚河狸和美洲河狸。群居，半水生；见134页，161页。
臭虫(bedbug)：异翅目臭虫科吸血昆虫。温带臭虫分布广泛，寄食人体。臭虫夜间活动，趁人入睡时吸食人血；见62页，64页。
蓬子菜(bedstraw)：茜草科猪殃殃属一年生或多年生草本植物，叶轮生，分布广泛。如绿篱蓬子菜。
蜂(bee)：膜翅目蜂总科昆虫，其特征为身体上有许多茸毛，包括独居和群居蜂类，但都以花粉和花蜜为食。花蜜经化学加工能制成蜜，花蜜和花粉可供幼虫食用。群居蜂类有蜜蜂和熊蜂；群居和独居蜂类均营筑巢室，用来给幼虫居住和储藏食物。某些独居蜂类用植物营筑巢室(如切叶蜂)；群居蜂类用蜂蜡筑巢；见61页，63页，64页，149页(方框)，153页，161页。
山毛榉(beech)：1.山毛榉科山毛榉属落叶乔木，约10种，生长于北温带地区。树皮平滑，呈灰色，株冠密集，伸展成荫。其材质硬，可制成家具，但在室外易腐烂。2.澳大利亚山毛榉，与南半球假山毛榉近缘，包括落叶和常青树种。
蜂虎(bee-eater)：(佛法僧目)蜂虎科纤细鸟类，约26种，生长在旧大陆和澳大利亚。长尾，尖嘴，稍向下弯；羽毛鲜艳，耀眼的蓝色和绿色与红色和黄色形成鲜明对比。通常以蜂类为食，抓住蜂翅，并在树枝上摩擦，挤出刺毛捕食；见91页，152页。
长吻虻(bee fly)：蜂虻科双翅昆虫。飞行速度快，多毛，状似熊蜂，幼虫在蜂类和胡蜂上寄生。
甜菜(beet)：藜科甜菜属亚洲草本植物，约6种。一些栽培品种具有重要经济价值。全世界近一半的糖类生产加工原料来自于甜菜根。甜菜亦可做饲料，甜菜根可供人类消费。
甲虫(beetle)：鞘翅目内翅类昆虫，就数量而言，为动物界和植物界最大的一目，包括一些最大的昆虫种类(花金龟科大甲虫和大力士甲虫，长达15厘米/6英寸)，亦包括一些最小的昆虫种类(缨甲不到0.5厘米长)。尽管习性不同，但成虫在结构上大体相同。其身体轮廓结实紧凑合理，其特征为具有咀嚼口器和坚硬的前翅，对后翅和腹部起保护作用。幼虫身体形式多样，通常与成虫生活方式不同。不论是陆栖还是水生甲虫，一些种类爬行速度快，为捕食动物；其他毛虫状种类以植物为食；还有一些无足，啃食木材和种子。
秋海棠(begonia)：秋海棠科秋海棠属热带或亚热带植物的统称，共约350种。叶子不对称，多汁，多数适于室内及夏天的花坛里种植，供观赏。
行为(behaviour)：在动物研究中，行为指动物主动地或被动地(如睡眠)所做的一切行为。所以动物行为的研究属于动物行为学研究的领域；见148－149页。
箭石(belemnite)：箭石目，头足纲，软体动物，已灭绝。生活在中生代，其内部有一腔壳，这一腔壳形成了今天在白垩纪岩石中所见的子弹形的化石。箭石在其外貌和生活习性上更像今天的鱿鱼；见57页
钟声鸟(bellbird)：1.伞鸟的统称，共3种。2.澳大利亚钟声鸟，一种鸟，雀形目，鸦科，厚头鹟亚科。

风铃草属植物(bellflower)：风铃草科，风铃草属多年生植物的统称，共约300种。生长在北温带和热带的山区。圆叶风铃草（在苏格兰被称为兰风铃）：常生长在干燥的草原上。

白鲸(beluga)：1.鲸目，独角鲸科齿鲸，生活在北部水域；身体中等，可达6米/20英尺；见145页。2.指黑海和里海里生长的一种大鲟。

翦股颖(bent grass)：翦股颖属植物的统称，共约200种，主要生长在温带。多数对农业生产起着重要作用。绒毛翦股颖中的许多变种都可作为草坪用草。

底栖环境(benthic environment)：水栖生态系统的底部地带。底栖动物就栖息在底栖环境中；见218－221页。

香柠檬(bergamot)：1.一种北美多年生带香味的植物，其花和叶用于调味。2.薄荷油，一种从酸橙亚种植物皮中提取的香精油。

狗牙草(Bermuda grass)：一种分布很广的草，广泛用作草坪、牧场及固定沙丘。

浆果(berry)：泛指长有许多小籽的水果；见43页。

槟榔树(betel nut palm)：一种广泛种植在热带的棕榈树，其坚果与胡椒属的槟榔一起咀嚼可作为一种轻度兴奋剂。

短鼻鼷(bettong)：一种长有短鼻子的澳大利亚袋鼠。

多鳍鱼(bichir)：多鳍鱼属生长在非洲的古老的淡水鳍刺鱼的统称，与芦鳗有亲缘关系。长有盔甲般的鳞，背部有一排小鳍，通过肺呼吸可以在缺氧的水中生存；见70－71页。

加拿大盘羊(bighorn sheep)：一种低矮，颜色从浅棕到深棕色的野羊，长有粗大弯曲的角，主要生长在北美洲的高山地区；见157页，210页。

欧洲越橘(bilberry,blaeberry或whortleberry)：一种杜鹃花科的低矮灌木。常生长在贫脊的土壤中，特别是欧洲和亚洲高山地带。其浆果可生吃或用于烹调；见208页，209页(方框)，210－211页。

胆汁(bile)：肝脏分泌的一种体液，贮存在胆囊中，释放到十二指肠帮助分解脂肪；见179页。

双脂(质)层(bilipid layer)：双层脂质，位于细胞膜(见20页)和病毒(见24页)周围。

尖嘴鱼(billfish)：鲈形目旗鱼科体大海鱼。包括旗鱼(旗鱼属，共2种，旗鱼有非常高的帆状背鳍；见73页)、箭鱼(罗鳍旗属，共6种)和四鳍旗鱼(枪鱼属，共2种)。这些鱼的吻部都长有长而圆的骨状突出物。长嘴鱼善长游泳，也是有名的游钓鱼类。黑色四鳍旗鱼广泛生活在印度洋和太平洋较温暖的水域中，而蓝色四鳍旗鱼广泛生活在热带和温带的水域中，它们都以成群游动的鱼群和鱿鱼(群)为食。

旋花属植物(bindweed)：几种缠绕植物的总称。如旋花科的田旋花和篱天剑，以及蓼科的荞麦蔓。

双眼视觉(binocular vision)：指在同一视野双眼参与的视觉，可以保证对距离的准确判断和透视。

熊狸(binturong)：一种体大的灵猫科食肉动物，长有黑色的长柔毛，生活在亚洲西南部的森林里；见123页。

生物化学(biochemistry)：研究生物有机体化学变化过程的学科。

生物地理化学循环(biogeochemical cycle)：指生命要素在有机体及无机环境之间的循环；见196－197页。

生物地理区域(biogeographic regions)：指其内部所包括的动植物类群的相对分离且不受外界影响的区域；见30页(植物)，50页(动物)。

生物地理学(biogeography)：指研究动植物分布及其构成这一分布的原因的学科(见8－11页)。生物地理学用于指大范围的研究，而生态学研究的范围较小，但两者的研究范围有交叉。

生物钟(biological clock)：有机体在生理变化过程中不依赖于外部刺激所具有的内在的周期或节奏；见174页。

生物防治(biological control)：指用生物天敌来控制害虫；见231页。

生物学(biology)：研究生物体的学科；有许多分支，包括解剖学、生物化学、植物学、细胞学、生态学、胚胎学、人种学、遗传学、组织学、微生物学、分子生物学、古生物学、生理学、分类学和动物学。

生物发光(bioluminescence)：生物体产生的光。在深海鱼中常见(见221方框)，一些昆虫也可以发光(如萤火虫，见62页)。

生物量(biomass)：一定时间内存在于某一生态系统内的有机物质(动物和植物)的量，用千克/平方米表示；见194页。某个地域生态系统的生物量；见200－211页。

生物群落区(biome)：指与其被定义为生命形式的动物相关的植被种类，如乔木、灌木、草本植物等。主要的生物群落区有海洋、热带雨林、热带或亚热带稀树草原、草原、苔原、沙漠等。

生物圈(biosphere)：地球上所有存在着生命形式的层(区域)；见194－197页。

生物合成(biosynthesis)：生物体内由简单物质合成为复杂分子的过程。

生物区系(biota)：一个区域内所有的生物体要素，包括植物、动物、真菌和微生物。

生物工艺学(biotechnology)：把生物细胞的能力及产物应用于提供食物和服务的技术。早期的生物工艺技术，如把发酵用于酿酒和制作面包。较新的生物工艺技术开始使用遗传工程技术；见23页，25页，227页(方框)，231页(方框)。

生物的(biotic)：与生命有关的。如生物因素，指由生物体产生的生态要素(如竞争)；生物成分指生态系统内的有机物质。

桦树(birch)：桦木科桦木属植物的统称，共约60种，分布在北温带和北极地区。许多桦木属的树，如白桦，由于其由风所携带的种子的繁殖力极强，在含酸的石南荒原上长得非常茂盛。它们银色的树皮和纤细的树枝赋予它们观赏性，其枝对园艺工人来说也很有价值；见43页，210页，211页。

鸟(bird)：鸟纲脊椎动物的统称，约9500多种；见15页(胚胎学)，90－97页，178页(消化)。

天堂鸟(bird of paradise)：极乐鸟族，雀形目鸟的统称，与乌鸦同科，共42种，体型从中到大(25－110厘米/9－43英寸)，栖于树木，以果子为食。雄鸟以其漂亮的羽毛而著称，羽毛包括精美的大羽毛和长长的尾部羽毛，生长在澳大利亚和新几内亚及其附近的岛屿上。有些种类的雄性展开羽毛炫耀以吸引异性，而其他种类的雄性在繁殖期聚集在繁殖区内一起跳舞以吸引异性；见94页。

猛禽(bird of prey)：以捕食动物(特别是脊椎动物)为食的鸟的统称。这些鸟的典型特点是具有敏锐的感觉器官，锋利而强大的嘴和爪子。习惯上把猛禽分为白昼活动的猛禽和夜间活动的猛禽；见91页，94页，95页，96页，97页，151页。

鸟巢蕨(bird's-nest fern)：一种附生在植物表面的蕨类植物；

见37页(方框)。

鸟巢菌(bird's-nest fungus)：担子菌纲鸟巢菌目(见35页)真菌的统称，共5种。孢子存在于巢状结构的包囊或“卵”里。

鸟的鸣啭(birdsong)：主要是雄鸟发出的，依种类而定的或简单或复杂的为了保护其地域或求偶的声音；见94页，152页(方框)，154页。

野牛(bison)：牛科野牛属哺乳动物，共2种，身体巨大。有美洲野牛（也叫平原野牛，昔日遍及北美草原）和欧洲野牛，现在只在部分地区可以见到；见114页，206页，232页。

羽虱(biting louse或feather louse)：食毛目外翅类虫的统称，共约2800种。羽虱是鸟类的无翅体外寄生虫，它们有咀嚼口器，吃一些羽毛，死皮，有时吸食血液。体小而扁长，可隐藏在羽小支下以防鸟在整理羽毛(啄理)时被啄掉；见61页，64页。

苦的(bitter)：一个基本味性质；见188页。

麻鸦(bittern)：鹳形目鹭科鸟的统称，共14种，与鹭有亲缘关系。麻鸦可将自己伪装起来，而且常常隐藏在芦苇中；见97页(方框)。

苦味植物(bitter weed)：一种菊科植物，生长在北美洲。对草食性动物有毒。

双壳类软体动物(bivalve)：双壳纲软体动物的统称，共约1400种。其特点是外壳由两个部分(或二个壳)组成，中间由一个有韧性的铰合部连结；见56页，57页。

黑熊(black bear)：1.亚洲或喜马拉雅黑熊，体小，食草，毛为黑色，生活在中亚和东亚的森林里。2.美洲黑熊，体大，毛为黑色，主要生活在北美洲的草原和林地里(见128页)。

黑鸟(blackbird)：一种特殊的鸫，其雄性身体为黑色，嘴为橘红色，眼睛上有圈。主要生活在古北区西部，在东部和澳大拉西亚很少见。还有一些黑色的鸟也具有同样的名字，称为黑鸟。如新大陆的金黄鹂和黑羽椋鸟。

印度羚(blackbuck)：一种体小的深棕色或黑色的羚羊，雄性长有长而且带螺旋线的角，主要生活在印度。

黑茶藨子(black currant)：虎耳草科的一种矮灌木，其果子为黑色，味道鲜美，富含维生素C，茶子属植物也称为黑茶藨子。

多毛金光菊(black-eyed Susan)：1.嘉兰属雏菊，一种广泛种植在花坛里的植物。2.翼叶老鸦嘴，一种一年生的草本植物，花为黄色或白色，花中心呈绒状，黑色，极易种植。

墨蚊(blackfly)：1.双翅目，墨蚊科昆虫的统称，体小但极健壮。双性都长有锋利的口器，多为凶恶，且吸血。在非洲墨蚊携带有丝虫，能引起盘尾丝虫病盲症(见64页)。幼虫生活在水流湍急的河流中。后部有一丝垫可使其身体固定在水中，靠过滤水中的颗粒物质为生；见211页，219页。2.黑色蚜虫的俗名。

黑刺李(blackthorn或sloe)：一种带刺的灌木或指蔷薇科的一种矮乔木，常种在栅篱里。黑色的果子用于给杜松子酒调味。

黑寡妇球腹蛛(black widow)：球腹珠科，盗蛛属蜘蛛的统称，毒性极大，能织网，生活在欧洲、北美洲、非洲和澳大拉西亚。受此蛛咬后会引起疼痛，有时甚至死亡。

膀胱(bladder)：1.动物体内的膜状可扩张的囊，可以作为体液(如尿)或气体(见鱼鳔)的接受器。

狸藻(bladderwort)：狸藻科狸藻属的附生或缠绕植物的统称，大约120种，分布广泛，水生。其全裂叶上有泡囊可捕杀小动物。

墨角藻(bladderwrack)：属于褐藻(见34页)的一种海藻，其藻体可长达90厘米(3英尺)，藻体上有许多气囊。常见于温带和寒冷地带的潮痕间的岩石上。

毯状沼泽(blanket bog)：一种泥炭形成的生态系统。其水来自降雨，因此水质酸。这种沼泽在降雨量很大(甚至连高原和山坡都被水渗透)的情况下形成的。

胚胎腔(blastocoel)：动物胚腔发育早期(囊胚)的充满液体的腔；见186页。

胚泡(blastocyst)：哺乳动物的囊胚；见186页。

裂殖细胞(blastomere)：在胚胎学上指受精卵分裂形成的细胞；见186页。

囊胚(blastula)：动物胚胎发育的一个阶段，由胎细胞继续分裂而成，是细胞分裂球组成的空心球体；见51页(方框)，186页。

鳚鱼(blenny)：鲈形目，鳚科的统称，共300种。主要为海鱼，广泛分布世界各地，但主要生活在温暖浅海中。它们是生活在潮线间岩石区的潮水潭里的鱼类中最多的一种。身体无鳞，丝状胸鳍由几条在喉部下连结的长线组成。许多鳚鱼眼上有分枝状的触须，一种叫具剑齿鳚鱼的嘴里有很大的利齿。

假面状口蘑和紫丁香菇(blewit和wood blewit)：两种可食用的伞菌。

盲鼹鼠(blind mole rat)：鼠科竹根属鼠形啮齿动物，穴居，生活在亚洲和北非；见135页。

西班牙芜菁(blister beetle或Spanish fly)：一种生长在欧洲的油芜菁。芜菁素(一种可以涂于皮肤表面加快血液循环的物质)就是从这种甲虫干燥的翅盖中提取出来的。

血液(blood)：指体内营养物、氧气、废物(如二氧化碳)在其中溶解，并能使它们在体内循环的体液。脊椎动物的血液包括一种液体培养基(即血浆)，血细胞就悬浮在血浆里。血液中的白细胞有抗病菌的作用；红细胞带有呼吸色素；见180—181页。

吸血(blood-feeding)：见59页，64页，68页，119页，178页。

血管(blood vessel)：血液在体内循环经过的管状结构。即动脉、静脉和毛细血管；见181页。

丽蝇(blowfly)：双翅目丽蝇科昆虫的统称，身体绿色或蓝色，带丝光，丽蝇也包括麻蝇，有时也可把丽蝇称为“青蝇”和“丝光绿蝇”。丽蝇分布很广，有助于分解死尸，它们的幼虫是死尸的早期菌落，能在动物死后的几周内迅速地分解死尸。

蓝蝴蝶(blue)：灰蝶科蝴蝶的统称，前翅呈亮蓝色，后翅上有橘红色或白色的斑点。

圆叶风铃草(bluebell)：百合科风信子属植物，主要生长在欧洲；见233页。

越橘(blueberry)：1.石南科越橘属几种植物的统称，主要生长在美国，作为水果被广泛种植；见208页，211页。2.欧洲越橘的别名。

蓝鸫(bluebird)：鸫的总称，有3种。体小，背部和尾部为蓝色，生长在北美洲。蓝鸫与东方的和平鸟没有亲缘关系。

鲓鱼(bluefish)：鲈形目鲓科鱼，仅一种，是生活在热带和温带海洋中，极为贪婪的食肉动物；见76页。

北极蓝狐(blue fox)：北极狐中的一种。

蓝喉颏(blue throat)：一种鸫，身体像旅鸫，生活在古北区，喉咙为浅蓝色或红色；见211页。

蓝鲸(blue whale)：一种长须鲸，是地球上最大的鲸，也是地球上最大的动物；见142页，144页，145页。

蟒蛇(boa)：蟒蛇科蟒蛇亚科蛇的统称，主要生活在新大陆热带地区。蟒蛇能绞缠死其他动物，不带毒性。蟒蛇身体从中等到大都有，其中森蚺是所有蛇中最大的蛇；见89页。

红猫(bobcat)：一种体壮，红棕色的猫科动物，身体有黑色花纹，尾巴短。生长在北美的丛林、沼泽和多石地带。

山齿鹑(bobwhite)：新大陆的2种鹌鹑的统称；见155页(方框)。

身势语(body language)：一种包括身体姿势，面目表情在内的交流形式；见110页，141页，154页(方框)。

沼泽(bog)：一种湿地生态系统；见216－217页，219页。

泥炭藓(bog moss或sphagnum moss)：广泛分布的泥碳藓属植物的统称。其叶子的死细胞使得泥炭藓极富吸水性，因此泥炭藓对沼泽的形成极为重要，从沼泽地里得到的泥炭可用作燃料，也可用在园艺上；见216页，217页，219页。

泥炭灯心草(bog rush)：广泛分布的灯心草属植物的统称，共约300种。

牛肝菌(bolete)：担子菌纲牛肝菌属真菌的统称(见35页)。蘑菇形，带有气孔，多数可食用，其中包括十分珍贵的美味牛肝菌。

投弹甲虫(bombardier beetle)：步甲虫科的几族甲虫的俗称。成虫用酶做催化剂进行反应制造氧气，以氧气为推动力使有毒的化合物从肛门喷射出去；见167页。

骨骼(bone)：由骨细胞组成的坚硬的含钙的连结组织。骨骼构成了多数成年脊椎动物骨架的大部分；见70页。

紫羚羊(bongo)：一种红棕色的羚羊，带有白色条纹，长尾巴，短角。主要生活在非洲的森林里。

南非白纹大羚羊(bontebok)：一种棕红色羚羊，腿部、腹部、臀部、脸部都为白色，角小，生活在非洲南部的草原。

硬骨鱼(bony fish或osteichthyan)：硬骨鱼纲鱼的统称，是现今生活的鱼群中主要的一群。硬骨鱼与无颚纲鱼和软骨鱼的不同之处在于，硬骨鱼内部有软骨内成骨骨架——鱼在进化过程中取代软骨的骨骼。硬骨鱼纲又分为2个主要亚纲，即：肉鳍亚纲(包括肺鱼和腔棘鱼)和鳍刺亚纲；而后者占了现存硬骨鱼的绝大部分；见5页，70－77页。

骨舌鱼(bony tongue)：骨舌鱼目骨舌鱼科的原始热带淡水硬骨鱼的统称，骨舌鱼可以呼吸空气。巨骨舌鱼是最大的淡水鱼的一种；见77页。

鲣鸟(booby)：热带和南半球的海鸟的统称，与鲣鸟同科。共6种，体大，身体通常为深棕色和白色，但蹼脚为浅红色或蓝色；见91页。

书虱(booklouse)：啮虫目小外翅昆虫的统称，共约2000种，遍布世界。有几种书虱常见于贮存的谷物制品和书里——因此而得名书虱，但它们多见于植被和树皮里。身体上可以有翅也可无翅；见61页。

书肺(book lung)：蜘蛛的呼吸器官；见181页。

非洲树蛇(boomslang)：生活在非洲南部的一种游蛇，也是游蛇中为数不多的毒蛇之一；见89页。

玻璃苣(borage)：一种玻璃苣科植物，可以药用或烹调用。花为蓝色，可以用于装点冷饮，也可制成蜜饯装点糕点。

北方森林带(boreal)：一个植物带；见30页。

北方针叶林(boreal forest或taiga)：位于大约北纬55°及北纬55°以南的海拔较高的针叶林；见199页(地图)，208－209页。

植物学(botany)：研究植物的科学。

马蝇(botfly)：双翅目狂蝇科昆虫的统称，包括皮蝇。身体多毛，幼虫寄生在哺乳动物的鼻腔里；见64页。

灰葡萄霉菌(Botrytis)：灰色霉菌，不完全菌的一个属；见35页。

问荆(bottlebrush)：姚金娘科红干层属植物的统称，共约25种，生长在亚洲南部，以其长而突出的色彩鲜艳的雄蕊而著称。

问荆草(bottlebrush grass)：猬草属植物的统称，共9种，有些作为花束用草。

宽吻海豚(bottlenose dolphine)：为人们所熟悉的会表演的海豚。

澳洲梧桐树(bottle tree)：瓶木属热带树统称，生长在澳洲，共约11种，树干为瓶形。如昆士兰梧桐树。

叶子花属植物(bouganvillea)：紫茉莉科叶子花属攀缘灌木和乔木的统称，生长在南美洲，共18种。由于其花周围有色彩鲜艳的托叶，所以极富观赏性。

牛科动物(bovid)：牛科反刍偶蹄类哺乳动物的统称，共约128种，是有蹄类哺乳动物中最大的一群，包括牛、绵羊、山羊、羚羊等。牛科动物主要生长在北美洲和旧大陆，特别是非洲，其生活范围极广，可以生活在从沙漠到北极苔原的任何地区。所有的牛科动物都是食草动物，而且多数为群居；见110页(方框)，112页(方框)，114－115页。

造园鸟(bowerbird)：园丁鸟科鸟的统称，生活在澳大利亚和新几内亚，叫声优美，犹如歌唱。繁殖期内其雄性鸟可以造出特殊的鸟巢或用炫耀行为来吸引异性；见94页。

弓鳍鱼(bowfin)：一种古老的生活在北美的淡水鳍刺鱼，通常被称为活化石，因为它是曾经分布很广的这群鱼中惟一一种现存的。弓鳍鱼可生活在不流动的水中，靠腮呼吸空气；见70－71页。

黄杨属植物(box)：生长在欧洲和北美洲的小叶常青灌木和乔木，可修剪成形，常种在花园里，木头可用于木刻、乐器制作。生长在非洲与黄杨有亲缘关系的麦冠万氏黄杨具有同样的用途。

角箱鲀(boxfish)：鲀鲀科热带海鱼的统称，大约30种，与刺鲀有亲缘关系。除眼、嘴和尾巴外，身体全部包在排列紧密的多边形的鱼鳞里。有时也称箱鲀鱼。

此前(BP)："before the present"的缩写，地质学家和古生物学家用来替代AD(公元)和BC(公元前)。

长臂龙(brachiosaur)：长臂属的一种身体巨大的蜥脚类恐龙，是迄今为止人类所知的最大的陆地动物；见83页。

欧洲蕨(bracken)：主要生长在微酸土壤中的一种蕨类植物(见36－37页)。它通过匍匐生长的根状茎无性繁殖，这给农民带来很大的麻烦，由于有毒，牲畜远离它们，由此也助长了欧洲蕨的快速生长(见229页)。

檐状菌(bracket fungus)：担子菌的统称(见35页)，其子实体在木头上形成一个架子，檐状菌就长在上面。

苞片(bract)：花或花序底部的叶状器官，通常为绿色，但一品红的苞片为浅红色。

托叶(bract)：苔藓植物(地衣、苔类植物、金鱼藻)具有保护性的叶状器官。

大脑(brain)：排列密集的神经细胞，是神经系统的调节中枢，动物越复杂，其大脑越复杂，不同动物中大脑功能不一样，动物越复杂，其功能就越复杂；见182页，183页。

黑莓(bramble)：蔷薇科悬钩子属几种植物的统称，特别指欧洲黑莓和悬钩子属植物的几个亚属植物。黑莓及其他长有黑色浆果的植物，英文都可称为blackberries。尽管已培育了一些无刺的栽培品种，大多数的悬钩子属植物都带有蔓生的刺。

鳃足动物(branchiopod)：一种丰年虫动物。

鱼虱(branchiuran或fish louse)：一种甲壳纲动物，是鱼的外部寄生虫，身体为椭圆形，长有很大的吸盘，可以使其附着在鱼体上。

芸苔属植物(brassica)：主要生长在地中海沿岸的芸苔属植物的统称，大约40种；见46页。一些重要的作物来自为数不多的一些种的芸苔属植物，如：花椰菜、汤菜、卷心菜、花茎甘蓝、花菜、羽衣甘蓝、撇蓝、芥菜、油菜、瑞典芜菁和芜菁，与它们有亲缘关系的萝卜也可以属于芸苔属植物。

芸苔科(Brassicaceae)：一种双子叶植物的科(以前称为十字花科)，包括卷心菜、芥菜、桂竹香等；见45页，46页。

巴西果(brazil nut)：一种生活在亚马逊河流域的巴西果树的种子，其坚果从野生巴西果树上摘取而得，并且出口国外。

面包树(breadfruit)：桑科的一种热带树，原长在波利尼西亚。其球形果实由整个花序形成，果实可以作为蔬菜食用。

欧鳊(bream)：一种生长在欧洲的鲤科鱼，体高而短小，长有突出的管状嘴，适于在水底部捕食，出水后可以存活一段时间，因此便于运往市场。

犬蔷薇(briar或brier)：1.一种带刺的灌木，特指野蔷薇。2.欧石南，一种生长在地中海的树，根部有膨胀部分。

缨尾目昆虫(bristletail)：一些或全部缨尾目昆虫的俗称。

海蛇尾(brittle star或serpent star)：蛇尾纲棘皮属动物的统称，共约2000种；见54页，215页，221页。

蚕豆(broad bean,field bean或tick bean)：一种豆科，巢菜属植物，主要生长在温带，种子富含蛋白质，可以作为蔬菜食用或作为动物饲料。

阔叶森林(broad-leaved forest)：指温带落叶林，其叶子宽大，脱落；见45页，207页。

花椰菜(broccoli)：芸苔属植物的一种栽培品种，不成熟的花序在春天收割，作为蔬菜食用。

澳洲鹤(brolga或native companion)：一种灰色鹤，身高1.5米(5英尺)，生活在澳大利亚的平原地带，随季节迁徙。

雀麦(brome)：雀麦属禾本植物的统称，共约50种，主要生长在温带。无芒雀麦作为一种饲料来种植。

凤梨属植物(bromeliad)：凤梨科凤梨属热带植物的统称，共约40种，生长在美洲。叶子是很硬的阔叶，丛生，多数是附生植物；见44页。

细支气管(bronchiole)：肺部分布的有很多分支的细小的管状组织；见180页。

支气管(bronchus)：指脊椎动物呼吸系统中使空气从气管传送到肺部的两个分支中的任何一个；见180页。

雷龙(brontosaur)：虚幻龙属蜥脚类恐龙的统称，体大，脖子和尾巴都很长；见83页。

铜翅鸠(bronzewing)：生长在澳大利亚的4种鸽子的统称，其翅膀有彩虹般的条纹，受到打扰时，其翅膀闪闪发光。

寄生鸟(brood parasite)：一种把自己的卵产在另一种鸟的鸟巢里的鸟；见95页，168页。

金雀花(broom)：豆科里金雀花属、染料木属和鹰爪豆属三个属植物的统称，它们的共同之处在于有明显绿色的可进行光合作用的茎和小且不明显的叶子。

棕色蝴蝶(brown)：蛱蝶亚科各种蛱蝶的统称，遍布世界，幼虫吃草。

褐藻(brown algae)：褐藻门海藻的统称；见34页，221页。

棕熊(brown bear)：一种体大的熊，杂食，广泛生活在欧洲、亚洲和北美洲。棕熊的一些亚种为人们所熟悉，其中包括灰熊和科迪亚克熊；见128—129页，229页。

棕壤(brown earth)：一种土壤，由于蚯蚓的作用，该土壤中有机腐殖质与下层土壤混合，因此土质肥沃，这种土壤常见于温带的落叶林植被下。如橡树林下的土壤就为棕壤。

棕尾毒蛾(brown-tail)：一种鳞翅目毒蛾科昆虫，其幼虫是温带地区许多树种的害虫。

啃牧(browsing)：使牲畜啃食叶、芽及其地面植被的一种觅食方式；见99页(早期哺乳动物)，108—117页(有蹄哺乳动物)，163页，202—203页(热带草原)，209页(北方森林)。

营冢鸟(brush turkey)：冢雉属冢雉，共6种，澳大利亚东部林区的一种大型冢雉是一种独居的以果子，昆虫为食的鸟，羽毛为黑色；见95页。

汤菜(brussels sprout)：芸苔属植物的一个栽培品种，鼓起的腋生芽可作为蔬菜在冬天收获。

苔藓植物(bryophyte)：苔藓植物门植物的统称，包括地衣、苔类植物和金鱼藻；见37页。

苔藓虫(bryozoan,polyzoan,ectoproct或sea mat)：苔藓动物门无脊椎动物水生集群的统称。单个的苔藓虫很小，但其集群却很大。其特点是：每个苔藓虫都能建立一个钙化的保护室，并且通过无性繁殖形式，在海藻上形成犹如垫子的集群；或者是在岩石上，海底下形成蔓延或直立的集群。大多数的苔藓虫都有一个大的触手冠用来取食，而有些苔藓虫的触手冠起保护自己的作用。它们能附着在坚硬的底物上迅速生长，因此成为一种重要的船底附着生物。

七叶树(buckeye)：生长在美洲的七叶树属植物的统称，如黄花七叶树。

鼠李(buckthorn)：一种带刺的灌木或乔木，生长在欧洲和北美洲沼泽地白垩质土壤和石灰质土壤上，用做树篱和栅栏。

荞麦(buckwheat)：一种蓼科一年生宽叶植物，主要作为谷物种植，也可作为草料和绿肥种植。

芽、花苞、芽状物(bud)：植物上长得很密实的可以发育成茎、叶或花的部分。有时也指任何突出于植物的枝的部分。

芽殖(budding)：真菌(见35页)和动物(见184页)的无性繁殖的一种形式。

醉鱼草(buddleia或butterfly bush)：生长在热带和温带的醉鱼草属植物的统称，共约70种，为常青或落叶的树或灌木。大叶醉鱼草对蝴蝶非常有吸引力。

虎皮鹦鹉(budgerigar)：一种生长在澳大利亚草原的长尾鹦鹉。野生的虎皮鹦鹉身体为绿颜色，它们常在黎明和黄昏成群地觅食。

水牛(buffalo)：2种体大健壮的牛——深棕色且群居的非洲水牛和身体较大的黑色亚洲水牛，亚洲水牛现在多为家养。有时水牛也指美洲野牛，但这种称法不准确。

布丰，乔治(Buffon,Georges)(1707—1788)：法国自然学家，

他著的44卷《自然史》(1749－1804)是第一本系统的比较解剖学的专著。

虫子(bug)：昆虫的俗称，但在昆虫学上指半翅目昆虫。

匍匐筋骨草(bugle)：唇形科生长在温带的旧大陆筋骨草属里几种植物的统称，如白花匍匐筋骨草和塔形白花匍匐筋骨草，它们常种在有假山的园林里。

牛舌草属植物(bugloss)：紫草科牛舌属和蓝蓟属里几种植物的统称，如牛舌草、蓝蓟和紫蓟，后者是澳大利亚的一种毒草。

球茎(bulb)：一种密实的，并长有肉质叶的地下茎；见44页，205－206页。

歌鸲(bulbul)：鹎科雀类鸟统称，共137种，主要以果子为食，生长在旧大陆的热带地区。多数脑后长有一片毛发状的刚毛。

斗牛狗蝠(bulldogbat或fishermanbat)：兔唇蝠科小蝙蝠亚目蝙蝠，共2种。只生活在中美洲和南美洲的北部。这些蝙蝠腿长，长有很健壮的爪子，它们用爪子捉鱼，但也吃昆虫。

红腹灰雀(bullfinch)：身体健壮的古北区雀科鸣鸟的统称，共6种。有些红腹灰雀喜欢吃苞芽，因此成为生长区内的害虫；见97页(方框)，230页。

牛蛙(bullfrog)：指无尾目动物中体大且能发出响亮而深沉呱呱叫声的一些青蛙，如美洲牛蛙；见79页，167页。

公牛(bull)：牛科哺乳动物中性成熟的雄性牛。

灯心草(bulrush)：纯种的灯心草指的是莎草科的一种半水生的、圆茎的草本植物，用来编篮子、垫子或椅垫；见219页。

熊蜂(bumblebee)：蜜蜂科熊蜂属蜜蜂的统称，生长在温带。蜂房为圆形，由蜡制成，建在地上的洞里，蜂房里贮蜜，幼虫生活在蜂房里。熊蜂一般不能越冬——越冬的蜂后每年重新筑巢。

鹀(bunting)：雀形目鹀亚属鸟的统称，共250多种。体小，身体像雀科鸣鸟，主要吃种子，长有短的圆锥形的嘴。大多数的鹀都生长在美洲，在美洲人们称其为“麻雀”或“雀”，它们之中有达尔文曾作为地域适应辐射的例子而研究的加拉帕格斯鹀(见15页)。其余的鹀都生长在旧大陆；见211页。

江鳕(burbot)：鳕科鱼中惟一的淡水鱼，生活在欧亚大陆和北美洲的江湖里。

斑蛾(burnet)：鳞翅目斑蛾科斑蛾属昆虫的统称，主要生活在古北区。身体为红色或黑色，白天飞行。

火丛(burning bush,dittany或gas plant)：一种木本植物，它的花在温暖的气候下可以散发出一种蒸气，这种蒸气可以燃烧——摩西所见的火焰中的荆棘可能就是这种植物。

扫帚菜(burning bush)：一年生植物，叶子在秋天变红。

瓦火树(burning bush或wahoo tree)：一种长有深红色果子的北美灌木。

刺果(bur或burr)：许多植物果实上长的圆形、多毛或多刺的种子(见43页)。如蓟的果实。

挖洞穴居(burrowing)：动物在地下挖的用来避身或用来保护自己不受天敌威胁的洞或穴，这种方式证明是许多动物的一种非常成功的生活方式。见161页；蚯蚓55页，176页；蜥蜴78－79页；蜥蜥85页；犰狳107页；鼹鼠121页；獾131页；兔目动物132页；鼹形鼠134页，158页(方框)。

南非林羚(bushbuck)：一种身体为棕色的羚羊，身体上有白色斑纹，角为螺旋形，广泛生活在非洲的茂密丛林里。

螽斯(bush cricket或katydid)：直翅目螽斯科昆虫的统称，共5000多种，体大，主要生长在热带。螽斯生活在植被中，并且很多螽斯具有很好的伪装，看起来像叶子。雌虫有剑状的产卵管，通常把卵产在植物组织之内。像蟋蟀一样，其声音是通过一个翅膀在另一个翅膀上摩擦产生的，而且前腿上有听觉器官。许多种螽斯都有翅膀。

林狗(bush dog)：一种犬科动物，低矮，体壮，腿短，深棕色，耳小，脸大，尾短，生活在南美洲。

鸨(bustard)：鹤形目鸨科鸟的统称，共25种，体大而高，陆栖，颈长，尾短，嘴粗而大，生活在旧大陆和澳大利亚。非洲的甘波重达18千克(40磅)，是能够飞翔的鸟中重量最大的；见92页，213页。

蝴蝶(butterfly)：鳞翅目弄蝶总科蝶形花亚科昆虫的统称。蝴蝶一般具有棍棒形的触角，白天活跃，静止时四翅竖立在背部。从分类学上讲蝴蝶和蛾之间没有差别；见59页(方框)，62页，63页，211页。

蝴蝶鱼(butterfly fish)：蝴蝶鱼属鲈形鱼，色彩鲜艳，体高而短，该类鱼与珊瑚礁有关。

齿蝶鱼(butterfly fish)：与骨舌鱼有亲缘关系的一种非洲淡水鱼。

蝶鲀属鱼(butterfly fish)：与鲀有亲缘关系的海鱼，身体长有毒刺。

捕虫堇属植物(butterwort)：狸藻科捕虫堇属多年生草本植物的统称，共46种，生长在北半球和南美洲。叶子借助于粘滞腺体捕捉昆虫；见47页(方框)。

三趾鹑(buttonquail)：三趾鹑目三趾鹑科类似于鹌鹑的小型鸟的统称，共17种，生活在旧大陆的草原地带。与纯种鹌鹑不同，中趾鹑没有后脚趾；见91页。

鵟(buzzard)：鹳形目鹰科里鵟属和灰鵟属中身体中型猛禽的统称，共27种。圆翅，长尾，除澳大利亚外的任何地方都有这种鸟；见92页，206页。

卷心菜(cabbage)：芸苔属植物的一个栽培品种，主茎压缩，形成一个由层层重叠的叶子组成的结球；见46页。

仙人掌(cactus)：仙人掌科植物的统称，共约800种，但该科中属的数量还有争议。仙人掌主要生长在美洲的热带和亚热带地区，极其适应于干燥条件(见204页)，具有肉质的光合作用茎，茎上有刺。花通常大而鲜艳。无刺蟹爪是一种常见的室内植物。

石蛾(caddisfly)：毛翅目昆虫的统称，共约5000种。成虫像蛾，翅上长有长毛；它们不善飞行，常见于水边。幼虫是水生的，而且大都用沙粒或细枝等筑成防护外壳；见61页，160页，219页。

蚓螈(caecilian)：两栖纲两栖类动物的统称，包括5个科中的150种。蚓螈科动物是无肢的，像蚯蚓一样的两栖动物，生长在南美洲、非洲、印度和东南亚的热带地区。大多数蚓螈科动物穴居，但有些是水生的；见78－81页。

盲肠(caecum)：大肠和小肠连接处的一个盲囊，一头是阑尾(见179页)；是兔子和马之类反刍动物的纤维素消化地(见105页，108，110页，132页)。

咖啡碱(caffeine)：一种具有刺激性的生物碱；见47页。

葫芦(calabash)：指两种无亲缘关系植物，其干果或葫芦可用做容器。葫芦是一种旧大陆的蔓延藤本植物；而加拉巴木是新大陆秋海棠科的一种。

花茎甘篮(calabrese)：芸苔属植物中花椰菜的一个栽培品种，未成熟的花序秋季收获，并作为蔬菜食用。

钙质的(calcareous)：含有碳酸钙的；白垩的。

钙(calcium)：一种金属元素(符号Ca)，尤其以碳酸钙($CaCO_3$)的形式大量存在，动物的食物中需要钙(见179页)，钙是骨骼、壳体等的重要成分。

碳酸钙(calcium carbonate)：石灰($CaCO_3$)，一种含钙物质，它构成许多原生动物的壳体(见27页)，以及珊瑚礁(见215页)、石灰岩和白垩的主要成分；见197页。

(鸟兽的)叫声(call)：一种简短的、相对简单的交流信号；见154页。

花萼(calyx)：1.萼片的集合名词，指花的类似于叶的器官的外轮(见41页)；一般为绿色，但有些种类的花萼是其他颜色的。2.环状结构(或器官)，海百合之类的海洋动物的无数的进食“臂”的冠(见54页)。

形成层(cambium)：一种向下延伸到茎或根的次分生组织，负责产生新细胞。这些新细胞分为木质部(组成树的木质)和韧皮部(木本植物的二次形成层)或树皮的周皮。

寒武纪(Cambriam period)：5.7亿—5.1亿年前的一个地质年代；见4页。

骆驼(camel)：骆驼科大型反刍偶蹄类哺乳动物，共2种。驯化的叫单峰驼的单峰阿拉伯骆驼和中亚的双峰驼；见115页(方框)。

山茶(camellia)：山茶科远东山茶属的乔木或灌木，共约84种。它们是重要的观赏植物，也是重要的茶(见47页)和食用油的来源。

春黄菊(camomile 或 chamomile)：有时也称草坪春黄菊或甜春黄菊。菊科的一种生长在欧洲的有香味的草本植物。医学上可用作补剂，有时代替草种植在草坪中。

伪装色(camouflage 或 crypsis)：能够使动物与其周围环境混合在一起并使其不易被发觉的身体斑纹、颜色或图形。伪装色通常是防御性的，以减少被捕食者发觉的可能性，但它主要是被埋伏起来的捕食者使用来欺骗猎物。见166页；颜色变化57页，67页(方框)，甲壳动物66页；鱼77页；两栖动物81页；爬行动物88页，89页；鸟95页，96页(方框)，猿111页；猪112页；捕食保护色164页。

剪秋罗(campion)：麦瓶草属中若干种一年生或多年生草本植物的统称，如朝颜剪秋罗；见211页。

金丝雀(canary)：生活在非洲和古北区西部的雀科鸣鸟的统称，共11种。笼鸟金丝雀是在16世纪从加那利雀驯养出来的。

寄生鲇(candiru)：一种身体极小的，生活在南美洲的淡水鲇科鱼，这种鱼惯于钻进在水中洗澡人的尿道；见76页。

茎(cane)：一些植物，尤其是大型禾本植物的茎，例如甘蔗和竹子。它还可指悬钩子属植物和长得细长的棕榈的茎，如省藤。

蔗鼠(cane rat)：藤鼠科藤鼠属豚鼠形啮齿动物，共2种。体大而健壮，钝鼻，长尾。生活在非洲的沼泽和热带大草原上。

犬科动物(canid)：食肉目犬科哺乳动物的统称，共35种，包括狗、狼、豺、狐等。犬科动物一般喜欢开阔的活动领域，在追赶猎物时习惯于快速、长距离的奔跑，除南极洲外，任何地方都有犬科动物。大多数群居且肉食，但有一少部分杂食；见122页，126—127页。

犬齿(canine)：字面意思是“像狗的”，很多哺乳动物中，尤其是食肉动物中的四颗锋利的尖齿，两颗在上颌，两颗在下颌，位于切齿(门齿)和前臼齿之间；见98页(方框)，122—131页。

美人蕉属(Canna)：美人蕉科一个属，包括共约55种多年生草本植物，一些品种经过培育，可利用其富含淀粉的根状茎，用于着色及香料。

大麻(cannabis 或 hemp)：大麻科中一种直立生长的一年生草本植物。有些亚种经过培育可提供纤维用于纺织，有些亚种可用于提取治疗精神病的药物(如大麻，印度大麻制剂)。其籽(种子)用来作为鸟食和生产大麻籽油。

同类相食性(cannibalism)：吃自己同种的成员，一般作为食物来源；见165页(方框)。

树冠层(canopy)：植物群落的上层，通常指树林的叶的覆盖层，但也可用于其他的群落，如草地等；见200—201页，207页，208页。

马槟榔(caper)：一种蔓生的地中海灌木，其花苞可用作调味剂。

大松鸡(capercaillie)：古北区西部的一种典型的居住在森林中的松鸡。

毛细血管(capillary)：一种细小的薄壁血管；见180—181页。

毛细作用(capillary action)：由水和管壁之间的力引起的，沿细管或其他空间汲取水的过程。这一作用能克服引力的作用，在很窄的范围内汲取水。

辣椒(capsicum)：茄科辣椒属的50种植物的统称，主要生长在美洲的热带地区。有几种现已得到广泛的栽培。辣椒包括牛角椒、智利辣椒、用以制成塔巴斯科辣沙司的辣椒和匈牙利红辣椒。甜椒的颜色可以是红色的，也可以是绿色的，但甜辣椒中的西班牙辣椒是红色的。

孢蒴(capsule)：荚膜，被膜，一种内含的结构，可指不同群落的不同结构，如细菌的外层(见24页)、苔藓植物中产生孢子的器官(见36页)、一些开花植物(如罂粟)的裂果以及动物中各种解剖学结构。

卷尾猴(capuchin)：卷尾猴科新大陆猴的统称，卷尾猴活泼，伶俐。因为其头顶上有厚厚的毛发形成的风帽状物或“钩子”状物，因而得名(汉语也叫僧帽猴)；见138页。

水豚(capybara)：是目前存活的最大的啮齿动物，身体健壮，半水生，鼻口部钝圆，耳和尾皆小，生活在南美洲水边的稠密植被中(见134—135页，201页)。

狞猫(caracal)：一种腿长、耳朵上有一束棕红色或灰色毛的猫科动物。广泛生长在非洲、阿拉伯半岛和中亚。

甲壳(carapace)：蟹等甲壳动物的坚硬的保护壳板(见66页)或龟壳的上层部分(见85页)。

葛缕子(caraway)：一种主要生长在地中海地区的伞形科二年生草本植物，其果实可用作食用香料。

碳水化合物(carbohydrate)：众多有机化合物的总称，包括糖和多糖；见6页(方框)，20页，31页，179页。

碳(carbon)：一种非金属元素(符号C)，是所有有机化合物的基础(见6页)。碳循环是保持地球上生命的主要营养物循环之一(见196—197页)。

碳循环(carboncycle)：与碳有关的生物化学循环；见196—197页。

二氧化碳(carbon dioxide)：一种无色无味气体(CO_2)，在生物圈中起着重要作用。二氧化碳在空气中的存在对生命的起源起着重要的作用(见6页)。它是植物(见32—33页)和动物(见180—181页)呼吸产生的废产品，但植物在进行光合作用

时吸入二氧化碳(见33页)，事实上地球上所有其他生命都通过碳循环依赖于二氧化碳(见196－197页)。由燃烧矿物燃料而引起的空气中二氧化碳的积累是造成温室效应的一个原因(见224页)。

石炭纪(Carboniferous period)：3.55亿－3亿年前的一个地质年代；见4页。

一氧化碳(carbon monoxide)：排放的废气中的一种有毒气体(CO)；它也是产生温室效应的一种气体；见225页。

碎米荠属植物(Cardamine)：芸苔科(以前为十字花科)的一个遍生属，共约120种，包括布谷鸟剪秋罗和粉米荠。布谷鸟剪秋罗常种植在假山的园林里。

小豆蔻(cardamon)：一种生长在印度的姜科多年生草本植物，其干果可作为香料。

红衣凤头鸟(cardinal 或 redbird)：一种生长在北美洲的鹀，长有鲜红色的羽毛。

赤翅甲科甲虫(cardinal beetle)：赤翅甲科甲虫的统称，约100种。主要生长在北温带。体小，大部分是红色和黑色。

驯鹿(caribou 或 reindeer)：一种体大的鹿，雌雄均有分枝鹿角。生长在北美洲和格陵兰岛的森林及北极冻原(在那里被称为北美驯鹿)；也生长在欧亚大陆(在那里被称为驯鹿)，而且已被驯化；见152页，171页，207页，210－211页。

龙骨(carina 或 keel)：鸟身上类似于脊的延长部分，飞行时肌肉附着其上；见90页(方框)，92页。

裂齿(carnassial)：食肉目哺乳动物的大而长的门齿；见122页。

香石竹(carnation)：石竹属的栽培品种，用于插花业。石竹是直接来自野生物种，但康乃馨是香石竹的杂交品种。

食肉生物(carnivore)：1.食肉的生物体；见194页。2.食肉目哺乳动物的统称，包括7个科的约230种动物：猫科动物；灵猫科动物(灵猫及亲缘动物)；鬣狗；犬科动物(狗及亲缘动物)；熊；浣熊科动物(浣熊及亲缘动物)以及鼬科动物(鼬及亲缘动物)。典型特点是食肉，它们生长范围广，除澳大拉西亚(在这个地区食肉动物是引入种)和南极洲外，所有各个大陆都有食肉动物。一些专家还把鳍脚亚目动物(如海豹等)也划入该目；见122－131页。

食肉龙(carnosaur)：体大，头大的兽脚亚目食肉恐龙的统称；见83页。

角豆树(carob 或 locust)：原产在地中海东部地区的豆科常青乔木，其黑色的荚用于糖果业或作为动物饲料。

鲤科鱼(carp)：一种重要的淡水鱼，在世界的一些地方作为食用鱼，因而重要，但现在食用鲤鱼不像过去那样广泛。有许多已成为观赏鱼，例如日本的锦鲤，是珍贵的池鱼，其他种类的鲤鱼作为游钓鱼类也很有价值。它的原始生活区被认为是中欧和亚洲，但已被广泛地引入到世界各地，并且是迄今为止世界范围内分布最广的鱼类之一。鲤科鱼属鲤形目，是一个分布很广的，占主要地位的淡水鱼科，有2000多种，其中包括米诺鱼、金鱼、鲇鱼、斜齿鳊、红眼鱼和丁鲷；见75页。

心皮(carpel)：花的雌性生殖器官，包括子房、花柱和柱头(见41页)。

木蜂(carpenter bee)：木蜂科蜜蜂的统称，主要分布在热带和亚热带。体大，身体为暗色，木蜂把卵产在木材或植物茎部的洞中。

尺蛾(carpet)：各种尺蠖蛾的统称。

角叉菜(carragheen)：属于红藻类(见34页)的一种海藻，叶状体平展有分枝，北大西洋沿岸四分之三潮位至低潮以下的地方常见。

埋葬虫(carrion beetle)：埋葬虫科甲虫的统称，绝大多数以腐肉为食，还有一些素食。埋葬虫在小动物尸体上产卵，以此把它们的尸体埋葬起来。

胡萝卜(carrot)：一种伞形科的二年生草本植物。在美国，野胡萝卜被称为安尼女王的饰带。胡萝卜的栽培品种作为根块类蔬菜栽培，其中富含胡萝卜素。

软骨(cartilage)：一种较结实、半透明、有弹性的组织，由称为软骨细胞的特殊细胞组成；它组成了幼小脊椎动物骨骼的大部分，并且大部分的软骨被转换成成年动物的骨骼。鲨鱼之类的鱼一生都保持有一个软骨性骨骼(见70页)。

软骨鱼(cartilaginous fish 或 chondrichthyan)：软骨鱼纲鱼的统称，包括鲨鱼、鳐和银鲛鱼。这种鱼的整个骨骼都由软骨组成，故得此名。与此对应的是硬骨鱼。绝大多数软骨鱼都是海洋食肉动物，通常喜欢大陆边缘的相对浅的水区。体内受精，有些种产卵，但大多数种都产出活的幼仔。软骨鱼有一定的经济价值，但有一些对人类构成威胁(见5页，70－77页)。

石竹科(Caryophyllaceae)：双子叶植物的一个科，包括石竹；见45页。

石竹亚纲(Caryophyllidae)：双子叶植物的一个亚纲；见45页。

腰果树(cashew)：一种原产于墨西哥和巴西的热带树，后被引入到旧大陆，其果实——腰果可生吃或加工成食品，也可以烧烤，直至外层裂开露出果实为止。

木薯(cassava 或 manioc)：一种大戟科的热带灌木。如果煮得欠熟，木薯中的氰糖甙可能使人中毒，但其富含淀粉的根是一种主要食物，尤其是在干旱地区。提取的淀粉可制成木薯淀粉。

鹤鸵(cassowary)：鸵形目鹤鸵科3种鸟的统称。生长在昆士兰和新几内亚的茂密雨林中，不会飞翔。双肉垂食火鸟是这3种鸟中最大的，直立身长1.5米(5英尺)，以果子为主食；见97页(方框)。

级(caste)：社会性昆虫中，群落内部专一于某项特殊工作而形成的功能和结构上的等级，如蜂后、蚁后、工蜂或兵蚁等，见64－65页，153页(方框)，156页(方框)，160页，163页(方框)。无毛鼹形鼠中也存在这种制度(见方框，158页)。

篦麻(castor oil plant)：大戟科的一种乔木，生长在温带、亚热带和热带地区。可从其籽中榨油，还可作为观赏植物。

猫科动物(cat)：食肉目猫科哺乳动物的统称，包括34个种，独居。绝大多数猫科动物均可划分为2个种类：豹属大型猫科动物(狮、虎、豹等)和猫属小型猫科动物(山猫、豹猫、红猫、薮猫等)，见15页，122页，124－125页，154页(方框)，214页。已灭绝的剑齿虎；见100页。

梓树(catalpa)：梓树属11种树的统称，生长于亚洲、北美洲和西印度群岛。美国木豆树是一种常见的观赏植物。

催化剂(catalyst)：能推动化学反应而其自身不发生变化的物质，起催化剂作用的蛋白质叫酶。

灾变说(catastrophism)：19世纪早期流行的一种地质理论，现在已被均变论代替；见12页。

北美猫鸟(catbird)：1.两种叫声像猫的嘲鸫。2.猫鸟属中的造园鸟，如绿色北美猫鸟，其叫声像猫。

捕蝇植物(catchfly)：石竹科麦瓶草属和剪秋罗属的几种一年生到多年生草本植物的统称，如高山麦瓶草和北极剪秋罗。

毛虫(caterpillar)：蝶或蛾的幼虫；见63页。

鲇科鱼(catfish)：鲇目中淡水鱼的统称，约2400种，多数是热带鱼，南美洲数量居多，但温带地区也有，极少数的鲇科鱼是海鱼。绝大多数（并不是全部）的鲇科鱼可从其嘴周围的感受触须被辨认出来。一部分有骨鳞，但大多数无鳞。很多长有强壮而锐利的鳍棘，有时这些鳍棘是有毒的。其他的一些鲇科鱼能够产生电流，使人晕倒。在世界很多地方鲇科鱼是人类的一种重要的蛋白质的来源，它们也是常见的重要的观赏鱼；见73页，77页，188页。

柔荑花序(catkin)：一种花序(通常是悬挂的)，其小的、退化的单性花长在中央梗上，如柳和桦(见42页)。

假荆芥(catmint或catnip)：唇形科中一种香味很浓的多年生草本植物。它生长于欧洲、亚洲和非洲北部，常种在花园中。

牛(cattle)：牛科牛属大型哺乳动物以及与之有亲缘关系及牛亚属动物的统称。如有白肢野牛、白臀野牛、牦牛、林牛、野牛和水牛。驯养的牛大部分是欧洲野牛的后代；见114－115页，203页，212页。

尾部的(caudal)：指尾部或身体后部的，有时指接近尾部的。

花菜(cauliflower)：芸苔属植物花椰菜的栽培品种，稠密的未成熟的白色花序可作为蔬菜食用。

洞穴鱼(cavefish)：至少13个科中约40种鱼的统称，这些鱼适应于微光或无光的环境，它们一般身体没有什么颜色。视力弱而且几乎是瞎的，但它们有着高度敏感的身体表面。在北美，这个名字常用来指与鲈鲑有亲缘关系的盲鳉科鱼。

豚鼠形啮齿类动物(caviomorph)：豚鼠形啮齿亚目啮齿动物的统称，即像豚鼠一样的啮齿动物；见133页。

豚鼠(cavy)：豚鼠科豚鼠属豚鼠形啮齿动物，体小但粗壮，腿短，生活在南美洲的草地或多岩石地区。荷兰猪是一种驯化了的豚鼠；见133－135页。

宽吻鳄(cayman)：钝吻鳄科宽吻鳄属鳄类爬行动物的统称，共5种，生活在南美洲。与纯种的钝吻鳄有亲缘关系，但身体比较小。

美洲茶(Ceanothus)：一个北美洲植物属，包括约50种主要开蓝花灌木和乔木。一种类似于茶的饮料可以从美洲茶的叶子中提取。

雪松(cedar)：松柏目雪松属植物的统称，共4种，产于地中海地区和喜马拉雅山西部地区，例如黎巴嫩雪松。

欧洲毛茛(白屈菜)(lesser celandine或pilewort)：一种具有球棒形块根的多年生草本植物。

大白屈菜(greater celandine)：罂粟科的一种多年生草本植物。

块根芹(celeriac)：芹菜的一个变种，根类似于芜菁的根，味与芹菜相似，用法也类似。

芹菜(celery)：一种伞形科温带草本植物，叶柄可放在色拉里或用作调味品。

细胞(cell)：所有生物的基本生命单位；见6－7页，20－21页。

纤维素(cellulose)：一种多糖碳水化合物，由许多葡萄糖分子构成的直链聚合物。其小纤维构成植物细胞壁的构架(见21页)，也是某些原生动物硬壳的主要组成部分(见27页)。纤维素在食草动物的食物中很重要，这是因为很多食草动物不能产生消化所需的酶，所以必须借助于可消化纤维素的细菌和原生动物来消化(见110页，112页，132页，169页)。

细胞壁(cell wall)：细菌、植物(由纤维素组成)和真菌(由几丁质组成)细胞膜外围附加的一个层；见21页，24页(方框)，32页，50页。

新生代(Cenozoic era)：从6500万年前到现在的一个地质年代；见4页。

蜈蚣(centipede)：唇足纲2800多种节肢动物的统称，以捕食其他动物为生。其特点是身体由约15个部分组成，每个部分都有一对腿；见68页(方框)，177页。

中心粒(centriole)：哺乳动物和一些植物细胞中的一种细胞器，见7页，20页(方框)，21页。

头部形成(cephalization)：在进化过程中，通过进食器官、感觉器官和神经细胞在身体前端的集中而形成头；见182页。

头足(纲)动物(cephalopod)：头足纲软体动物的统称，包括鱿鱼、乌贼、章鱼和鹦鹉螺；见56－57页。

头胸部(cephalothorax)：蛛形纲或高级甲壳动物中头和胸的合体；见66页，69页。

猕猴(cercopithecine)：猕猴科猕猴亚科旧大陆猴的统称，如猕猴、狒狒、黑长尾猴；见139页。

尾须(cercus)：很多昆虫及一些节肢动物从腹部一端突出的一对感觉结构；见191页。

谷类植物(cereal)：栽培用以收获其食用谷粒的禾本科植物的统称；见45－46页，206页，212页。

小脑(cerebellum)：脊椎动物脑的一部分，与随意运动和平衡有关；见183页。

大脑半球(cerebral hemisphere)：大脑的两半部分中的任何一个；见183页。

大脑(cerebrum)：哺乳动物中与随意和学习行为有关的脑的一部分，在较高等的哺乳动物中更具主导地位；见183页。

鲸目动物(cetacean)：鲸目水生(主要生活在海洋)哺乳动物的统称。可分为重要的两群，齿鲸(为齿鲸亚目，共72种)，包括海豚、鼠海豚以及绝大多数的小型鲸；须鲸(须鲸亚目，10种)，包括大型或特大型的滤食性鲸；见142页，143页(方框)，144－145页。

南非大狒狒(chacma)：生活在非洲南部和西部的一种亚热带大草原的狒狒。

毫毛(chaeta或seta)：蚯蚓之类的环节动物身上的众多的短小而硬的毛，用于运动；见55页，176页。

金龟子(chafer)：金龟子科甲虫的俗称，以植物为食，通常为害虫，尤其是在其幼虫期。腹部的末端从翅盖下伸出。蔷薇刺金龟一般有鲜艳的金属色，而鳃金龟的颜色则灰暗。

苍头燕雀(chaffinch)：燕雀属3种雀科鸣鸟的统称，与纯种的雀科鸣鸟不同的是苍头燕雀给幼鸟喂食昆虫。普通的苍头燕雀是古北区西部养在花园或公园里的一种鸟；见152页(方框)。

钱伯斯，罗伯特(Chambers,Robert)(1802－1871)：苏格兰作家、出版家。他第一次提出把地质学原理均变论(见12页)应用到生物学，在1844年提出生命最早是从无机尘埃开始进化的，而且这种进化呈线状向高级形式发展。

避役(chameleon)：避役科树居蜥蜴的统称，共85种。以食昆虫为生，因其快速的变色能力而著称，主要居住在非洲和

马达加斯加岛；见88页，89页，165页。

岩羚羊(chamois)：一种身体灵活，长得像山羊的偶蹄动物，皮毛浅棕到深棕色，长有细长弯曲的角，生活在欧洲、小亚细亚和高加索地区的陡坡和高山地带；见115页，210页。

沙巴拉群落(chaparral)：美国加利福尼亚生长的耐干旱及寒冷的生态群；见199页(地图)，205页。

脂鲤(characin)：脂鲤目脂鲤科淡水鱼，与鲇科鱼和鲤科鱼有亲缘关系。主要生长在南美洲、中美洲和非洲。多数为食肉鱼，其中包括最为险恶的水虎鱼。

瑞达菜(chard)：一些植物的可吃的茎或叶中脉，如瑞士甜菜、球状洋蓟和波罗门参。

田芥菜(charlock或wild mustard)：一种十字花科甘蓝属一年生植物，是温带大部分地区的一种有毒植物。

红点鲑(charr)：鲑科红点鲑属鱼的统称，共7种，生活在淡水里，或生活在咸水里，但游回淡水产卵。

鸣禽(chat)：雀形目鹟亚科鸟的统称，共150多种，与旧大陆的鹟和鸲有亲缘关系。鸣禽羽毛色彩斑斓，常为黑色，黄褐色和灰色混合于一身，这里指的鸣禽只生活在美洲。

猎豹(cheetah)：一种身体细长、轻巧灵活的猫科动物。身体有斑点，尾巴长，是陆地上跑得最快的动物，现在只生活在非洲的热带大草原上；见125页，165页，177页，203页。

螯肢(chelicera)：蜘蛛和其他蛛形纲动物身上长的一对附器，紧挨着嘴的前部，吃食时用来操纵摆布食物。

螯肢动物(chelicerates)：指带有螯肢的节肢动物，包括蛛形纲动物和鲎在内；见58页。

龟(chelonian)：海龟目爬行动物的统称，有包括海龟、陆龟和水龟等在内的200多种，是一种很古老的动物。其特点是体外有将其身体包在其内的坚硬的外骨壳；见15页，82－89页。

化学感受(chemoreception)：对化学刺激(如味道，气味等)的感受；见188－189页。

化能营养细菌(chemotrophic bacteria)：指不是通过光合作用而进行化学反应的自养菌；见25页。

黑钙土(chernozem)：温带草原生物群落(如无树大平原、大草原等)的一种土壤类型，其内部富含有机物质，土质为黑色。

樱桃(cherry)：蔷薇科李属中几种植物的统称。花成簇，开花的樱桃树是有名的观赏树木，特别是在日本。甜樱桃来自欧洲甜樱桃或野生樱桃，而酸樱桃来自欧洲的酸樱桃树；见43页，46页。

细叶芹(chervil)：伞形科峨参属和细叶芹属几种一年到多年生植物的统称，如峨参、雪维菜和细叶芹。

栗(chestnut)：一种生长在欧洲、北美洲和亚洲西南的高大的乔木。后又引进到英国，改良后变矮，常种植以形成树篱。果实可以烤吃或作为烧烤食物内的填料。

鼷鹿(chevrotain或mouse deer)：鼷鹿科偶蹄目反刍哺乳动物的统称，共4种，体小。生长在非洲、亚洲西南的森林和沼泽地里；见116－117页，201页。

鹰嘴豆(chickpea)：一种豆科植物，其种子富含蛋白质，可生吃或煮食。

繁缕(chickweed)：石竹科卷耳属、繁缕属、硬骨草属和鹅肠菜属的一些草本植物的统称。如卷耳、繁缕、伞花硬骨草和鹅肠草。

菊苣(chicory)：菊科的一种多年生草本植物，与苣荬菜有亲缘关系。根可作为蔬菜或烘烤后研碎放在咖啡里或作为咖啡的替代品。

银鲛鱼(chimaera)：全头亚纲海生软骨鱼的统称，共约30种，遍布全世界的较凉的水域。有可以用来磨切食物的牙托，皮平滑，只有一个鳃腔外口，体内受精，在角质囊中产卵；见73页，75页。

黑猩猩(chimpanzee)：类人猿科(此科包括黑猩猩和人)黑猩猩属动物的统称，黑猩猩共有2种，即普通黑猩猩和矮黑猩猩；见101页，136页，140页，141页，151页(方框)，154页(方框)，155页。

麦长蝽(chinch bug)：一种异翅亚目长蝽科昆虫，是美国的一种谷物害虫。

丝毛兔(chinchilla)：绒鼠科灰鼠属的2种豚鼠形啮齿动物的统称。毛长，身体灵活，耳朵大，尾巴绒长。原产于安第斯山脉的干旱地区，但也在世界各地饲养，其毛经济价值很高。

绒鼠(chinchilla rat)：豁鼠科豁鼠属的2种豚鼠形啮齿动物的统称，身体上有绒毛，生长于南美洲东部。

金花鼠(chipmunk)：松鼠科美洲花鼠属和花鼠属啮齿动物的统称，长得像松鼠，穴居，尾巴长，面颊有袋，生活在北美洲和亚洲北部的森林的灌木丛中。

几丁质(chitin)：甲壳质或聚乙酰基葡萄糖，一种复杂的糖分子(多糖、聚糖)，是节肢动物的外骨骼(见58页，66页)和真菌的细胞壁(见35页)的重要成分。一些原生动物(见27页)的壳中也有这种物质。

石鳖(chiton)：双神经纲软体动物的统称，遍布世界，常在多岩石的地表觅食。极易辨认，其特点是身体上有8个片状壳。

细香葱(chive)：一种葱科草本植物，生长在北温带，味道似洋葱，可放在色拉里调味。

含氯氟烃(chlorofluorocarbon)：与温室效应及臭氧层破坏有关的几种化合物的统称；见225页。

叶绿素(chlorophyll)：一种吸收光线促进光合作用的分子；见33页(方框)。

绿藻门(Chlorophyta)：包括绿藻在内的一个植物分类单位；见30页，34页。

叶绿体(chloroplast)：植物细胞中的一种含有进行光合作用所需的叶绿素的细胞器；见20页(方框)，21页，33页(方框)。

绿细胞(chloroxybacteria)：结构与藻青菌类似的绿色原核有机体(见25页)：可能是真核细胞中叶绿体(见方框，7页)的前体；见24页。

胆固醇(cholesterol)：白色晶状物，细胞的重要及主要成分。动物脂肪及乳制品中富含胆固醇。胆固醇可沉积于动脉壁而阻碍血液流动。

仙人掌(cholla)：仙人掌属植物，茎干为柱形，其网状木质基干可以作装饰材料；见204页。

脊索动物(chordate)：脊索动物门的所有动物，包括原索动物(玉钩虫、尾索动物、文昌鱼)及脊椎动物。所有脊索动物都在某个阶段发育了脊索(贯穿背部的骨质脊椎)、一对背部神经索、咽部的鳃裂，但有些特征在成体脊椎动物身上已不复存在；见18页(方框)，51页。

胚胎绒毛膜(chorion)：爬行动物及鸟类的卵中的保护膜，是哺乳动物胎盘的组成部分之一。

脉络膜(choroid)：哺乳动物眼睛内的结构；见189页。

红嘴山鸦(chough)：鸦科的两种鸟类，栖息于岩石间，喙和

腿多为红色或黄色，产于古北区。

黑儿波(Christmasrose)：嚏根草的一种，冬季或早春开花，花朵呈白色或乳白色。

色素体(chromatophore)：含有色素的特殊皮肤细胞，色素的集中或分散能够改变动物的颜色(如变色龙和乌贼)；见57页，67页(方框)，89页。

成色素细胞(chromoplast)：细胞器官的一种；见20页(方框)。

染色体(chromosome)：细胞核中的螺旋形结构，包含大量基因；见20页，22页，24页。

蛹(chrysalis)：见63页。

菊花(chrysanthemum)：菊科200种草本植物的园艺名称，包括菊蒿属(除虫菊；见227页)、滨菊属和茼蒿属，秋天开放的菊花由亚洲的一个品种培育而来。

金藻(Chrysophyta)：单细胞藻类的一门，包括硅藻；见34页。

大型蜥蜴(chuckwalla)：美国南部和墨西哥所产鬣蜥科蜥蜴，生活于沙漠中，遇到威胁时退入石缝中，身体膨胀，紧贴石壁。

食糜(chyme)：消化过程中，由部分消化的食物颗粒和消化液组成的半流体混合物；见179页。

蝉(cicada)：半翅目蝉科同翅类昆虫，约4000种，主要产于热带和亚热带，体形比较大，雄虫能发出单调的鸣声。幼虫生活在地下，以植物根部汁液为食。

丽鱼(cichlid)：鲈形目丽鱼科鱼类，包括大约700种，大多体形较小，且像河鲈，产于中南美洲、非洲及印度洋沿岸淡水或海水中，杂食。在非洲的里夫特瓦利湖，几乎每个小区域都生活着不同种类的丽鱼。丽鱼的亲代抚育方式非常有趣。有些种类的丽鱼为保护幼体而在嘴里保存和孵化它们的卵，这种方法叫做嘴部育婴(见74页)。丽鱼是观赏鱼类中最大的一群，在产区内也是人们重要的食物来源；见75页。

睫毛肌(ciliar ymuscle)：哺乳动物眼睛内的结构；见189页。

纤毛(cilium)：原生动物和海绵等有机物体内的毛发状结构，用于运动和过滤食物等。

瓜叶菊(cineraria)：1.一种庭栽植物。2.瓜叶菊属，与千里光属有亲缘关系，包括约20种，产于非洲。

桂皮(cinnamon)：原产于东亚、东南亚和印度尼西亚的灌木，新枝的树皮经发酵、干燥、卷曲所制成的肉桂棒是一种调味品。

生理节律(circadian rhythm)：以24小时为周期的生理节律，即一昼夜的节律；见174页。

循环(circulation)：氧和营养物质随血液流向身体细胞以及去氧血液流回心脏的重复循环过程；见181页。

柠檬酸(citric acid)：柑橘类果实中含有的一种酸；也是TCA循环中形成的第一个分子结构(见21页)。

柑橘类果实(citrus fruit)：芸香科柑属和金橘属等植物的果实多汁，原产于东南亚，现已在全球热带、亚热带地区广为栽培，富含维生素C。

麝猫(civet)：灵猫科灵猫属食肉动物，或与灵猫属有亲缘关系的食肉动物，形状像猫，杂食，独居，夜间活动，产于非洲和亚洲南部的植被地区；见123页。

进化枝(clade)：进化枝学上的一个分类组。

遗传分类学(cladistics)：分类学的一种分支理论；见18－19页。

进化分枝图(cladogram)：用于进化分类学的分枝图表；见19页。

蛤(clam)：帘蛤等属双壳类软体动物，生活于海水或淡水洞穴中；见56－57页，215页，221页。

交合突(clasper)：某些雄性昆虫和鱼类的生殖结构。

纲(class)：门和目之间的分类组。如哺乳动物都属于哺乳动物纲；见18页，45页。

分类法(classification)：任何将有机体进行分类的方法。对生物进行科学的划分的方法是生物分类法；见18－19页。

爪(claw)：坚硬的钩状或钳状趾甲或器官，位于肢末端；见59页(昆虫)，67页(螃蟹)，68页(蝎子)，84页(恐龙)，93页，94页(鸟类)。

粘土(clay)：土壤中的最细颗粒，由硅和氧化铝组成的晶状结构组成，具有保持土壤中矿物养分和水分的特性。

清道夫鱼(cleaner fish)：以清理大鱼身上的寄生虫和其他无用物质为生的小鱼的统称，如隆头鱼；见76页，169页(方框)。

清道夫虾(cleaner shrimp)：见66页，67页。

透翅蛾(clearwing moth)：鳞翅目透翅蛾科昆虫的统称，翅上鳞片极少，呈透明状，酷似蜜蜂和黄蜂。

卵裂(cleavage)：受精卵的不断分裂；见186－187页。

猪殃殃(cleavers,goosegrass或sticky willie)：一年生草本攀缘植物，所生细刺常常粘挂衣物。

铁线莲(clematis)：毛茛科铁线莲属植物，包括约250种，主要是木本攀缘植物，多产于北温带，有许多园艺变种。

叩头虫(click beetle)：叩头甲科昆虫，约有1000种，分布于全世界。身体细长，喜欢装死，然后“啪”的一声跳到空中。

气候(climate)：一定地区内的普遍气象情况；见198－199页。气候对进化的影响；见10－11页。地球上各种生态系统的气候；见200－211页。

气候区(climatic zone)：根据全年降雨量和气温所划分的地球几大区域；见198页(地图)。

顶极演替植被(climax vegetation)：经历了演替阶段，与环境达到平衡的植被。主要由气候决定，也受土壤、放牧、耕作因素影响。

攀缘植物(climber)：附在其他植物或其他结构上生长的植物。木本攀缘植物通称藤本植物；见44－45页，201页。

胎鳚鲈形目(clinid)：胎鳚科鱼类，包括75种，生活于温带地区的浅水中，少数几种生活于热带。外形似鳚，有鳞，多数种类为卵生，但也有胎生。

泄殖腔(cloaca)：鸟类、爬行动物及两栖类动物的肠道、输尿管及生殖腺的开口都在一个空腔里，这个空腔叫泄殖腔；见93页，94页，98页(方框)，102页，120页，185页。

克隆(clone)：一个细胞通过有丝分裂所产生的基因完全相同的细胞(见22页)，或者细菌(见25页)、原生动物(见27页)、植物(植物繁殖见33页)、真菌(见35页)及各种无脊椎动物经无性繁殖得到的基因完全相同的生物个体；见21页。

衣蛾(clothes moth)：鳞翅目谷蛾科昆虫，有两种。幼虫在室内蛀蚀衣物、地毯、皮裘等，是家喻户晓的害虫；见64页。

云莓(cloudberry)：温带草本植物，与黑莓有亲缘关系，果实橘黄色，可食。

云豹(clouded leopard)：猫科动物，毛黄色、褐色或灰色，有黑色斑纹，产于亚洲东部和东南部的密林中。

云林(cloud forest)：热带山脉(如安第斯山脉)的高海拔地带生长的一种森林类型，在冷凝作用下，水量充足不断。

三叶草(clover)：豆科，三叶草属一年生或多年生草本植物，主要生长于北温带。其中白三叶草和杂种车轴草等是重要的牧草和绿肥作物。

丁香树(clove tree)：热带常绿树木，花蕾干燥后可作香料，因其状似钉子，故名丁香。

凝固(coagulation)：(血液)凝结成块；见181页。

煤(coal)：一种矿物质，主要成分是炭，由不完全分解的植物体经几百万年逐渐压缩而成。今天的煤层多是古代植物在石炭纪(3.55亿－3亿年前)被埋藏在地下而形成的；见5页，36页，196页。

南美浣熊(coati)：浣熊科哺乳动物，群居，杂食，产于中、南美洲森林和灌木丛中。尤指环尾浣熊；见130页。

眼镜蛇(cobra)：眼镜王蛇和眼镜蛇属蛇类，毒性很大，产于热带非洲和亚洲，发怒时颈部膨大，皮褶胀起，以示威胁；见85页，89页。

古柯(coca)：热带乔木或灌木，原产于安第斯山脉，叶子可以提制麻醉剂可卡因。

蚧(coccid)：同翅亚目蚧总科昆虫。雌虫体扁平，退化，背覆介壳，用口器将身体长期附在植物上。雄性有翅，不进食，幼体形似雌性；见63页(方框)。

球石藻(coccolithophorid)：球石藻科水藻，外表覆盖的碳酸钙称球石，是制造粉笔的主要原料。

球菌(coccus)：球形细菌的总称，成对(如双球菌)、呈链状(如链球菌)或葡萄串状(如葡萄球菌)生长；见25页。

尾骨(coccyx)：人体脊柱的末端部分，有人推测它是尾巴退化后留下的痕迹；见14页(方框)。

耳蜗(cochlea)：脊椎动物内耳中的旁道(在哺乳动物体内呈螺旋状)：将声音振动转换成神经冲动；见191页。

鸡尾鹦鹉(cockatiel)：凤头鹦鹉的一种，产于澳大拉西亚，体小，尾长，羽毛灰色，颊部的黄色羽毛上有红斑。

凤头鹦鹉(cockatoo)：产于澳大拉西亚的鹦鹉，羽冠直立，尾短，共15种。

鸟蛤(cockle)：双壳类软体动物，约250种，产于港湾，常大量聚集，有些种类可以食用。

动冠伞鸟(cock-of-the-rock)：动冠伞鸟属伞鸟，有两种，体矮壮，生活于地面。交配时节，雄鸟喜欢在公共求偶场地炫耀它们鲜红色和橙色的羽冠。

蟑螂(cockroach)：网翅目蜚蠊亚目外翅类昆虫，全世界已知约4000种，多见于热带。杂食性，夜间活动，大量聚居。头部由较大的背板保护，有翅或无翅。有些蟑螂是传播肠道疾病的重要害虫；见61页，231页。

可可粉(cocoa)：可可豆加工成的粉末；见47页。

复椰(coco de mer或Seychelles coconut或double coconut)：又称塞舌尔椰子，生长在塞舌尔的棕榈树；见43页。

椰子(coconut palm)：槟榔科高大棕榈树，生长于热带；见43页，45页。

茧(cocoon)：环包卵或幼虫的保护性覆盖物，如丝包就是昆虫幼体为度过蛹阶段而形成于体表的。

鳕鱼(cod)：多种亲缘关系较远的鱼类的通称。主要指鳕科鱼类，尤指大西洋鳕。大西洋鳕是北大西洋和北冰洋所产的重要食用鱼，长度可达1.2米(4英尺)。鳕鱼在南北之间和深浅海域之间大批洄游，由于它们经济价值高，人们非常了解盛产它们的海域。鳕鱼目几乎全部为海洋鱼类，多产于北半球，许多品种喜欢生活在浅海。鳕鱼一般生有细小的鳞片和软鳍(多为三个背鳍，两个近肛鳍)，多有触须；见74页。

密码子(codon)：脱氧核糖核酸(DNA)分子内三个相邻核苷酸在蛋白质合成过程中决定某一氨基酸在蛋白质分子中的位置，这三个核苷酸称为密码子；见22页。

腔棘鱼(coelacanth)：总鳍鱼目所有硬骨鱼类的统称。曾经在海洋和淡水中大量地生长，目前仅剩一种——矛尾鱼。腔棘鱼很重要。它和陆地脊椎动物的祖先有亲缘关系；见70页(方框)，71页，74页，78页。

腔肠动物(coelenterate)：腔肠动物门的所有动物，包括海葵、珊瑚虫、水母和水螅虫类。是最简单的动物，有分化的细胞层，缺少大多数高等动物所具有的器官；见53页。

体腔(coelom)：生长过程中形成于中胚层内并由其包容的腔体，在比软体虫高级的动物体内起到分隔体壁和消化道的作用；见186-187页。

虚骨龙(coelurosaur)：兽脚亚目恐龙，体轻灵，鸟类可能从这支爬行动物进化而来；见82页，83页，90页。

共同进化(coevolution)：两种以上(无亲缘关系)的物种在相互适应的过程中共同进化的过程；见17页(方框)。

咖啡树(coffee tree)：咖啡属几种植物的统称，尤指小果咖啡；见47页。

群(cohort)：介于纲和目之间的分类组(见18页)。如睡鼠群包括兔形目(兔、野兔、鼠兔)和啮齿目(啮齿动物)。

可乐果树(cola或kola)：可乐属乔木或灌木，约50种，生长于热带非洲。果实含有刺激成分，可用于制作饮料。

冷感受细胞(cold receptor)：一种对温度敏感的专门类型的细胞；见189页。

鞘翅目昆虫(coleopteran)：鞘翅目的内翅类昆虫，即甲虫；见61页。

胶原蛋白(collagen)：结缔组织纤维和骨骼中的一种非溶解性、不能扩张的蛋白。

羽衣甘蓝(collard)：美国所栽培的卷心菜和羽衣甘蓝的杂交变种。

跳虫(collembolan或springtail)：弹尾目无翅类昆虫的统称，分布十分广泛，生活在土壤、草木叶、腐败植物、草原、淡水表面、海水淤积处和树皮中。以谷物、花粉、海藻细胞等多种细小微粒为食，也吃腐败植物和动物尸体。除生长于土壤中的品种外，腹部末端都生有便于跳跃的叉状结构，故又名弹尾虫。多体小，有些品种鲜艳多彩；见10页，61页。

疣猴(colobus)：旧大陆疣猴属和类疣猴属猴类的统称，生活于非洲赤道附近的乔木中，以树叶为食，一般体形纤细，尾长，毛长而柔软；见139页，141页。

结肠(colon)：脊椎动物的大肠除直肠以外的部分；见179页。

科罗拉多土豆甲虫(coloradobeetle)：一种以马铃薯为食的危害极大的叶甲，最早在洛基山脉的植物上少量生存，随着中西部的开发迅速蔓延到了东海岸，后通过船只传入欧洲。

变色(colour change)：见57页，67页(方框)。

款冬(coltsfoot)：菊科多年生草本植物，产于欧洲。

游蛇(colubrid)：游蛇科蛇类的统称，是蛇类中最大的种群，约1000种，分布于世界各地。多数游蛇，如食蛋蛇、草蛇、束带蛇和鞭蛇是无毒的，但有些品种，如非洲树蛇是有毒的。

鼯猴(colugo或flying lemur)：皮翼目鼯猴科哺乳动物，多数生活在印度尼西亚和菲律宾的森林中，以树叶和其他植物为

食，在树木间可滑行相当长的距离；见101页，137页(方框)。

耧斗菜(columbine)：毛茛科耧斗菜属多年生草本植物，花朵的长刺上生有蜜腺，有几个品种及其变种是很常见的庭栽植物。产于北温带。

小柱(columella)：非哺乳类脊椎动物将声音振动从鼓膜传至内耳的骨骼；见191页。

鼠鸟(coly或mousebird)：又称齿鹑，鼠鸟目鸟类，黄褐色，体小，尾长，羽毛蓬松，共6种。产于撒哈拉沙漠南部的非洲灌木丛地带，在树枝间活动，以植物的果实、嫩芽和花蜜为食；见91页。

栉水母(combjelly，sea walnut或sea gooseberry)：栉水母门海生无脊椎动物。种类不多，美丽而雅致，与海葵和水母有很近的亲缘关系，一般状如醋栗或核桃，因伞状体下用于行走的八只有纤毛的梳状触须而得名梳水母，触须有多彩的光泽；见220页。

鸭跖草亚纲(Commelinidae)：一种单子叶植物亚纲；见45页。

共生现象(commensalism)：又称共栖现象，指不同的生物共同生活在一起，一种生物(共栖者)受益的同时，另一种生物(栖主)并不受影响的现象；见168页。

交流(communication)：动物的一种行为，一只动物通过(化学、声音、视觉等)信号向另一只动物传递自己当前状况的信息，并影响后者的行为。交流的作用有为了繁殖的目的将雌雄动物吸引在一起(如求偶)，或确立个体在群体级系中的地位或对付天敌进行防卫(如警告性变色和警戒反应)等；见152－155页。

群落(community)：生活于同一地区的不同动植物的总和；见194页。

比较解剖学(comparative anatomy)：研究生物体在解剖学方面异同的科学；见14页，18－19页。

竞争(competition)：在食物和空间等资源有限的情况下，发生在两个或两个以上动物之间的一种行为；见172－173页。

海螺(conch)：大型食草海生蜗牛的总称，有很多种，多栖息于热带海底；见56页。

条件反射(conditioning)：通过条件反射，动物对一定出现于某个重要刺激之前的中性刺激作出反应(经典巴甫洛夫条件反射)，或者由于对经常伴随的结果的联想而以某种方式行动表现；有用条件或反复学习条件见150－151页，162页(方框)。

大秃鹫(condor)：体形极大，有羽冠，产于新大陆的秃鹫，共两种。安第斯大秃鹫体型巨大，重逾14千克(31磅)，双翅展开可达3米(10英尺)；见232－233页。

髁节动物(condylarth)：髁节目哺乳动物，已灭绝，是出现于约6500万年前的原始有蹄动物，也是现存有蹄动物(马、牛、羚羊)和象、蹄兔等所谓原始有蹄动物的祖先；见108页。

球果(cone)：1.带有造孢结构的苞片或鳞状叶的结合体。在裸子植物中，雌雄球果分别发育为雌性和雄性器官；见38－39页。2.视锥脊椎动物的视网膜中感受光的强度以及颜色的大量锥状细胞的总称。见97页，190页。

鸡心螺(cone shell)：芋螺等属腹足软体动物的总称，栖息于热带海洋，生有平滑的锥状壳；见56页。

冲突行为(conflict behaviour)：两种或更多的对立倾向(如求偶和侵犯行为)被同时激发时所发生的行为。经常表现为意向行动和取代行为；见155页(方框)。

康吉鳗(conger eel)：康吉鳗科鳗类的统称，约110种，大多有胸鳍，无腹鳍，无鳞。

两栖螈(congo eel或amphiuma)：两栖螈科蛇螈，共3种，与鳗相似，产于美国东南部，水栖或半水栖，有鳃裂，前后肢细小。

分生孢子(conidium)：一些真菌产生的无性孢子；见35页。

针叶树(conifer)：松目植物统称；见38－39页，208－209页。

接合作用(conjugation)：细菌、藻类、原生动物及真菌中存在的有性繁殖的基本形式；见25页，27页。

结膜(conjunctiva)：哺乳动物眼睛内的组织；见189页。

保护(conservation)：为避免自然资源耗尽而采取的积极管理行为，以及针对濒危物种和动植物产地的保护措施；见232－233页。

蟒(constrictor)：蟒蛇科无毒蛇的统称，约80种，通过紧缠猎物来置之死地，包括大蟒和蟒蛇；见88页，89页。

大陆漂移(continental drift)：大陆块移动到当前位置，并继续移动的过程；见8页。

大陆架(continental shelf)：大陆板块延伸到海中的边缘部分，一般较浅，边缘斜坡处海水突然变深，这种斜坡是大陆和海洋的分界线；见220－221页。

趋同发展(convergent evolution)：无关联生物为适应相似环境而产生的相似特征；见14页，17页(方框)。

合作行为(cooperative behaviour)：(群居动物中)为提高觅食或捕食效率(见165页)或防御天敌(见167页)同种动物的成员间相互联合或协作的行为；见158－159页。合作行为在白蚁、蜜蜂、黄蜂、蚂蚁等群居昆虫中最为显著。

白骨顶(coot)：鹤形目秧鸡科水鸟，共9种，黑色，体矮胖，头部喙下有白斑，分布于世界各地，腿及爪均长，趾间生有瓣蹼，有助于游泳。

桡足动物(copepod)：桡足纲甲壳动物，体小，产于海洋或淡水中，是浮游动物的主要组成部分；见66－67页，220页。

铜色小灰蝶(copper)：灰蝶科，翅上部一般呈黄铜色，有金属光泽。

交配(copulation)：鸟类、哺乳动物和大多数昆虫等体内受精动物为受精而进行的雌雄体身体接触；见184－185页。

珊瑚虫(coral)：为数众多的海生珊瑚虫都是腔肠动物，多群居，分泌角质骨骼或钙质骨骼(形成珊瑚礁)；见53页，215页。

珊瑚礁(coral reef)：大量珊瑚虫所分泌的骨骼组成的结构。见53页，215页。

珊瑚眼镜蛇(coral snake)：新大陆小尾眼睛蛇属及珊瑚蛇属有毒眼镜蛇的统称。体短小，颜色鲜艳，分别有不同的红、黄、黑色环纹；见89页。

绳草(cord grass)：网茅属植物，约17种，主要产于温带，生长在潮汐经过的淤泥地，杂交后的汤森绳草用于固定软泥；见46页。

长喙白羽大鹦鹉(corella)：凤头鹦鹉中的4种，体小，白色，大群聚居。

金鸡菊属(Coreopsis)：菊科植物的一个属，产于非洲和新大陆，包括约120种。其中包括夏、秋开花的一年生或多年生园艺品种，如美菊。

芫荽(coriander)：地中海地区伞形科草本植物芫荽的果实，有

香味，用于烹饪和调制甜酒或杜松子酒。

栓皮槠(cork)：树干和树根部由防水、有弹性、充满空气的死亡细胞构成表层。软木是隔离空气和水的保护层，栓皮槠所产的大量软木已被广泛利用；见32页，45页。

球茎(corm)：植物的膨胀茎基；见44页，206页。

鸬鹚(cormorant)：鹈形目鸬鹚水鸟，约35种，体大，黑色，喙长钩状。翅短而有力，可直线疾飞。静止时习惯于展开翅膀晾晒，爪靠后，适于游泳；见90页，91页，95页。

谷物(corn)：1.在欧洲指欧洲出产的所有谷类作物——小麦、大麦、燕麦、黑麦。2.在美国指玉米，在英国被称为甜谷。

角膜(cornea)：脊椎动物眼睛前部的透明薄膜；见97页，189页。

多花狗木(cornel)：山茱萸科梾木属植物。

矢车菊(cornflower)：菊科麦田野草，原产欧洲，现栽培供装饰。

花冠(corolla)：轮生体或花瓣的轮生体的总称；见41页。

皮层(cortex)：脑、肾、肾上腺等器官的外层。脊椎动物脑中的皮层与感觉和运动功能有关；见32页，80页，140页。

世界性的(cosmopolitan)：地理范围非常广阔，遍及全世界的。

大波斯菊(cosmos)：菊科，大波斯菊属一年生或多年生草本植物，包括25种，产于新大陆。有些可庭栽。

伞鸟(cotinga)：雀形目伞鸟亚科鸟类，包括61种，与霸鸟同属一科，体形中等，生活于南美森林中，多树栖，以树冠顶端的果实和昆虫为食。雌鸟多褐色，但许多伞鸟的雄性色彩绚丽，有的还有羽冠和肉垂。

栒子属(Cotoneaster)：蔷薇科中的一个属，包括约50种，生长于旧大陆北温带，多为灌木和小树。许多品种有诱人的红色浆果，因而被种植于园中。

棉(cotton)：锦葵科棉属亚热带植物，种子上密附长纤维——棉花，棉籽可榨油或作牛饲料。海岛棉和陆地棉已被广泛种植；见43页。

羊胡子草(cotton grass)：莎草科多年生草本植物，约20种，生长于北极和北温带。

棉口蛇或水腹蛇(water moccasin或cottonmouth)：响尾蛇科剧毒蛇，水栖或半水栖，产于美国南部。

棉蜡象(cotton stainer)：半翅目异翅亚目长蝽科昆虫，以棉花幼蕾为食，并在受害棉花上留下红色污迹。

棉尾兔(cottontail)：林兔属几种兔的统称，多独居，夜间活动。产于中美洲和北美洲。

子叶(cotyledon)：种子胚上的"叶"，有时转变为贮存食物之用(如豌豆)。发芽后，有的子叶留在地下(如豌豆)，有的被带到地上(如法国蚕豆)。子叶的数量可以用来区别两种开花植物：单子叶植物有一片子叶，双子叶植物则有两片；见38页，41页，45页。

褐翅鸦鹃(coucal)：鹃形目鸟，形似杜鹃，生活于地面，筑圆巢，产于澳大利亚。

葡萄冰草(couch grass)：温带植物，有些冰草根茎蔓延，有固定沙丘的作用，但有些冰草的蔓延根茎则有害。

反荫蔽(countershading)：一种伪装方法，常用以消除由阴影带来的危险性；见77页(鱼类)，166页。

密生西葫芦(courgette或zucchini)：菜豆的矮变种，未成熟的带棱果实可作为蔬菜食用，也可以盐渍。

走鸨(courser)：鹤形目涉禽，体小，腿长，头大，喙小，生长在非洲、亚洲和澳大利亚的旱地。

求偶(courtship)：交配前和交配过程中各种行为模式的总称。通常包括雄性以吸引配偶为目的的相互争斗，向雌性展示已做好交配准备并促使雌性同样做好交配准备；见157页，159页(方框)。昆虫62页；甲壳动物66页；蜘蛛类节肢动物68页，69页；鱼类74页，149页；两栖动物80页，爬行动物86页；鸟94页；鹿116页，152页。

牛鹂(cowbird)：美洲拟椋鸟科鸟类的总称，共6种，一些种类与牛有关。多把卵产在其他鸟的巢中。

峨参(cow parsley,wild chervil或keck)：伞形科两年生草本植物，产于温带，常作灌木墙。

宝贝(cowrie)：宝贝属腹足动物的通称，主要产于热带，体型较小，有迷人的贝壳，一度在太平洋某些岛屿上用作货币。

六鳃鲨(cow shark)：六鳃鲨科5种鲨鱼的统称，产于暖温带。有6片或7片鳃；灰六鳃鲨可长达5米(16.5英尺)。

黄花九轮草(cowslip)：樱草属植物的一种。

莲香花(cowslip)：流星花属植物，与樱草花相似，但花瓣下垂。

郊狼(coyote，prairie wolf或bush wolf)：犬科动物，毛色灰白，类似小狼，广泛分布于北美及中美洲的北部地区；见206页。

南美河狸鼠(coypu或nutria)：啮齿动物，矮胖，像老鼠，后爪有蹼，尾巴圆柱形，半水栖，食草，原产于南美，现已被引入其他地区。

蟹(crab)：甲壳纲，十足目蟹属等动物的统称，包括4500多种，腹部退化，隐于短而宽的头胸部下，第一对前肢进化为螯；见67页，215页，220页。

花红(crab apple)：几种酸苹果树的通称。

食蟹狐狸(crab-eating fox)：一种小型犬科动物，毛色灰褐，耳短。栖息于南美林地和草原，以节肢动物和小型脊椎动物为食。

长足短喙秧鸡(crake)：鹤形目秧鸡科鸟类，共50种，体瘦长，产于沼泽地带，全世界都有分布。除短喙外，其他体征同秧鸡。

越橘(cranberry)：杜鹃花科乌饭树属，低矮灌木，美国越橘果实可食，已被广泛栽培。

鹤(crane)：鹤形目鹤科鸟类的统称。腿、颈、喙皆细长，产于北美、旧大陆和澳大利亚，体形优雅，雌雄鸟均可呈现鲜明的色彩，求偶仪式很复杂；见97页。

大蚊(crane fly)：双翅目大蚊科昆虫，体大，腿长，世界各地均有分布。幼虫生活在地下，以植物的根为食，或生活在水中。

颅(cranium)：(脊椎动物的)头骨或头骨包容大脑的部分。

爬行(crawling)：一种运动方式；见176页。

淡水螯虾(crayfish)：十足目螯虾属甲壳动物，杂食，全球河溪、湖泊均有出产。是重要的食物来源，并已被广泛养殖；见67页。

神造论(creationism)：原教旨主义观点，认为每个物种均由超自然力量创造出来，而非生物进化(见12页，13页)的结果。

匍匐植物(creeper)：有长茎并在地面蔓生的植物，如铜钱状珍珠菜；或依靠附盘、不定根进行攀爬的植物，如五叶地锦。

铜钱状珍珠菜(creeping jenny或moneywort)：报春花科多年生草本匍匐植物，原产欧洲。

墨西哥三齿拉瑞拉(creosote bush)：蒺藜科拉瑞阿属植物，约

10种，产于南美；见30页，204页。这种灌木香味浓烈，提取的汁液可治疗风湿病。

水田芥(cress)：十字花科植物，新发的嫩芽可凉拌色拉，包括家独行菜和豆瓣菜等。

白垩纪(Cretaceous period)：地质年代，始于1.35亿年前，结束于6500万年前；见4页。

蟋蟀(cricket)：直翅目蟋蟀科昆虫。主要生活于地面，不能飞行，其翅已演变成发声器官，通过相互磨擦而发声，前足上有发声器官，杂食。有些种类，如家蟋蟀，常生活在房屋内；见154页。

克里克，弗朗西斯(Crick,Francis)(1916－)：英国遗传家，与詹姆斯·沃森于1953年共同发现了脱氧核糖核酸(DNA)的分子结构，这是人类最伟大的科学成就之一(见22页)。1962年他同沃森和毛里斯·威尔金斯共获诺贝尔生理与医学奖。毛里斯·威尔金斯与其助手罗莎琳·富兰克林在核酸的化学组成方面做了重要贡献。克里克还发现了转运核糖核酸的作用，此外，为核苷碱基三个遗传密码的发现奠定基础(见22页)，他还阐明了“中心法则”。

鳄(crocodile)：鳄目爬行动物，共13种，主要分布于全球热带地区(见84－89页，217页)。鳄鱼和美洲鳄均在下颚前部长有一对大牙，吻合上的时候露在外面。这一名称广义上指所有鳄类动物，包括美洲鳄和恒河鳄。

埃及斑鸻(crocodile bird或Egyptian plover)：鹤形目燕鸻科短腿涉禽，生活在非洲中北部的河、湖附近。据说它们在鳄鱼休息时进出其嘴中。

鳄类爬行动物(crocodilian)：鳄目爬行动物的总称，是个古老的种群，现只有21种。此目包括鳄鱼、短吻鳄、宽吻鳄等。

番红花(crocus)：鸢尾科藏红花属旧大陆温带草本植物，包括75种，是一种常见的观赏性庭栽植物。

嗉囊(crop)：鸟类和许多无脊椎动物消化道中，胃之前的食物贮藏处；见59页，93页，178页。

红交嘴雀(crossbill)：4种产于古北区和美国的雀类，喙末端交叉，用以啄食松果；见96页，209页。

杂交(cross-breeding)：遗传类型不同的生物体相互交配或结合而产生杂种的过程，用以减少有害的隐性基因(如导致遗传疾病的基因)的表现。

交换(crossing-over)：生物学上指同源染色体间遗传物质的交换，这是增加遗传多样性的过程；见23页。

鸦(crow)：雀形目115种鸦科鸟类的通称。体形中等或大，大量群居，腿较长，爪强壮，喙多黑色有力，杂食，衔小树枝筑巢，巢平，简陋，鸦属鸦一般黑色，分布于全世界。

岩高兰(crowberry)：岩高兰科低矮常绿灌木，生长于寒温带高山、沼泽地区。果实红色或黑色，可制果酱。

十字花科植物(crucifer)：芸苔科(旧称十字花科)的植物。

地壳(crust)：地球的外层覆盖物。陆地部分的地壳平均厚度有30－40公里(18.5－25英里)，而海洋部分地壳较薄，只有5－9公里(3－5.5英里)，上层地表及岩石圈覆盖物的土壤部分加在一起的厚度有250公里(155英里)；见8页。

甲壳动物(crustacean)：甲壳亚门所有节肢动物的总称，包括10个纲，42 000种。主要部分是桡足类动物、附着甲壳动物、十足类动物(螃蟹、小虾、大虾等)、沙蚤等；见66－67页，218页，220页，221页。

曲颈龟亚目(cryptodire)：龟鳖目爬行动物(如海龟)的两个亚目中较大的一个亚目，可以通过脖子的直角弯曲将头收回壳中。另一亚目是侧颈亚目。

栉鳃(ctenidium)：腹足纲软体动物的鳃的结构，由一排细丝构成，以提供大面积气体交换；见56页。

杜鹃(cuckoo)：鸟纲鹃形目共约100种，包括美洲鹃科(美洲杜鹃)和杜鹃科(旧大陆杜鹃)。身体强壮，喙稍弯曲，尾羽长，翼末端和趾末端均呈尖形，两趾向前，两趾向后，旧大陆杜鹃栖息于树上，其中至少50种产卵于其他鸟类的巢里，混在巢主的卵中；见91页，95页，149页，168页。

艳斑蜂(cuckoo bee)：熊蜂的一种。足上无花粉筐，也不能分泌蜂蜡，生活在其他大黄蜂的巢中，毁掉巢主的幼虫，以自己幼虫取而代之。

山椒鸟(cuckoo shrike)：雀形目鸦科鸟类的通称，共70种，与欧洲金黄鹂有亲缘关系，状似杜鹃，长尾，尖翅，喙有力，生活在欧洲和澳大利亚人迹罕至的热带森林中。尾部羽毛浓密但松垂。

黄瓜(cucumber)：葫芦科一年生蔓生植物，果实可制作凉菜，在热带和温带地区广为栽培。专为腌制用的腌用小黄瓜是黄瓜的变种。

葫芦科(Cucurbitaceae)：双子叶植物中的一科，包括密生西葫芦、黄瓜、菜豆、南瓜；见46页。

栽培品种(cultivar)：因农业或园艺目的而栽培的各种植物。

文化传递(cultural或social transmission)：一种学习过程，行为模式(或传统)由此得以在某个群体中代代传递。

莳罗(cumin)：伞形科一年生草本植物，产于地中海，因果实可作香料而广泛栽培。

盘菌(cup fungus)：子囊菌类，果实体呈杯状。

库拉索鸟(curassow)：凤冠雉科鸟类，形似雉，共13种，产于中南美洲雨林，羽冠与众不同，雄鸟黑色，喙色鲜艳；见91页，97页(方框)。

鹬(curlew)：体形中等的涉禽，包括7种，喙长，向下弯曲，有利于从泥浆中觅食虫子。产于世界各地，叫声独特。

葡萄干(currant)：干燥后的葡萄果实。

澳洲喜鹊(currawong)：雀形目鸦科鸟，共3种，体形大而壮，多黑、白、灰色，喙强有力，主要产于澳洲森林，有些已迁移至城市的公园中。

洋流(currents)：见198页，220页。

番荔枝(custard apple或sweetsop)：一种矮乔木，原产于美洲热带地区，果实可食，果肉似荔枝。

角质层(cuticle)：(植物的)叶、茎及新根表皮层分泌的外层覆盖物，主要部位有防水的油质角质层，功能是防止水分流失。

保护层(cuticle)：如节肢动物和蛔虫等无脊椎动物表皮外的硬质覆盖层(外骨骼)；见55页。

乌贼(cuttlefish)：头足纲乌贼属海生食肉软体动物，通常活动于浅海；见57页，165页。

切根虫(cutworm)：夜蛾的通称，幼虫是棉花作物的主要害虫。

居维叶，乔治(Cuvier,Baron Georges)(1769－1832)：法国自然主义者。他认识到化石的出现——如美国俄亥俄州大恐龙骨骼——意味着许多现已灭绝的动物曾经生活在地球上，但是他反对进化论。他的比较解剖学的著作《按结构分类的动物王国》(1817－1830)有很大的影响；见12页。

藻青菌或蓝藻(cyanobacteria或blue-green algae)：能同植物

一样进行光合作用的一类细菌；见6页，7页，25页，197页。
铁树目裸子植物(cycad)：苏铁亚纲植物的总称；见38－40页，197页。
仙客来(cyclamen)：报春花科仙客来属多年生草本植物。生长于地中海地区和西亚，约15种。其中一个变种作为室内盆花栽培；见205页。
犬齿兽(cynodont)：一种类似哺乳动物的高级爬行动物，现已灭绝，处于向哺乳动物进化的阶段；见98页。
柏(cypress)：扁柏属(共6种)和柏木属(共约20种)针叶植物及其杂交种的统称。
鲤(cyprinid)：鲤科鱼类的统称；见77页。
胞囊(cyst)1.原生动物和蠕虫等生物体内用于生殖或休息的保护性结构；见27页。2.囊肿，动物体内或体表的病变生长物。
细胞学(cytology)：研究细胞的科学。
细胞质(cytoplasm)：构成真核细胞除细胞核以外部分的重要成分。
细胞骨架(cytoskeleton)：真核细胞内的一个重要结构；见20页，21页，27页。
细胞溶质(cytosol)：真核生物细胞细胞器间的溶液；见20页(方框)，21页。
孙鳎(dab)：一种欧洲鳎科比目鱼，长度较短(35厘米/14英寸)，产量极大。烹调较困难(必须剥皮)，但味道鲜美。dab一词也指其他各种小比目鱼，如美洲太平洋沿岸海域比目鱼；见76页。
小鸊鹈(dabchick)：最小的一种鸊鹈，特别之处是脖子短。
雅罗鱼(dace)：鲤科鱼类，产于欧洲的清澈溪流中。在北美，指鲤科其他几种鱼类。
大丽花(dahlia)：菊科，大丽花属多年生草本植物，产于新大陆，约15种，有许多栽培品种。
雏菊(daisy)：雏菊属植物(约15种)，是菊科内花朵类似雏菊的其他植物的统称，如翠菊、雏菊木、春白菊。
雀鲷(damselfish)：鲈形目雀鲷科鱼类的统称，约235种，产于全球热带、温带暗礁旁和浅海中。体小而厚，色彩极鲜艳。
豆娘(damselfly)：蜻蜓目束翅亚目外翅类昆虫。成虫眼间距宽，有别于普通蜻蜓的是它可将翅在腹部折叠起来。蛹有三个扁平的用于呼吸的细丝。
布拉斯李树(damson)：蔷薇科木本植物，果实呈蓝黑色，其酸味像小李子，可用于制作馅饼和果酱。
舞语(dance language)：蜜蜂使用的复杂的符号信息传递系统；见153页(方框)，155页。
蒲公英属植物(dandelion)：菊科蒲公英属多年生草本植物，种类数目不详。
瑞香属(Daphne)：瑞香科中一个属，生长于温带，约70种，多为有毒灌木，花朵芳香。
蛇鹈(darter，snakebird或anhinga)：鹈形目蛇鹈科鸟类，共4种，分布于全球各地，与鸬鹚相似，但生有弯曲的长颈和可以刺鱼的直喙。爪子靠后，使它们能游到很深的水中；见217页。
达尔文，查尔斯(Darwin,Charles)(1807－1882)：英国自然主义者，创立了自然选择学说；见12－13页，14－17页。他在《人类起源》(1871)一书中将这一理论扩展到人类，将人类祖先溯及类人猿。他在许多其他的领域(如藤壶)也开展过研究，并有著作。
达尔文，伊雷斯穆斯(Darwin,Erasmus)(1731－1802)：英国医学家，查尔斯·达尔文的祖父，也是早期进化论的创立者。
达尔文主义(Darwinism)：自然选择的进化理论；见13页。
达尔文雀(Darwin's finches)：见15页。
达尔文尖吻蛙(Darwin's frog)：阿根廷西部及智利南部一种无尾目两栖动物，雄蛙在声囊中将卵孵成小蛙并排出。这一名称也适用于该科其他种蛙，它们以同样方式孵卵，只不过声囊排出的是较成熟的蝌蚪；见81页。
袋鼬(dasyurid)：袋鼬科有袋类哺乳动物统称，包括近50种和大多数澳大拉西亚食肉有袋动物，袋獾也在其中；见105页。
枣椰树(date palm)：一种因果实可食用而在北非、中东地区种植的棕榈植物；见45页。
确定年代方法(dating methods)：见4页。
子细胞(daughter cell)：所有经过间接核分裂而产生的细胞；见22页。
滴滴涕(DDT)：二氯二苯三氯乙烷，一种杀虫剂，因对野生动物毒性很大而在发达国家停止使用；见227页，231页。
颠茄(deadly nightshade或belladonna)：茄科多年生草本植物，原产于欧洲、西亚和北非，因可提炼出药物阿脱品而栽培。
野芝麻(dead-nettle)：唇形科芝麻属一年或多年生草本植物，约40种，产于欧洲、亚洲温带地区和北非，外表类似大荨麻。
红黄松板(deal)：欧洲赤松制成的木料。
假死(death-feigning或thanatosis)：为逃避捕食者的攻击而假装死亡；见167页。
骷髅天蛾(death's-head moth)：天蛾属天蛾统称，如欧洲的鬼脸天蛾，长有类似人类骷髅的图案。可发声，有人见过它们从蜂房中偷蜜。
报死窃蠹(deathwatch beetle)：在家具和建筑用硬木(如橡木)中蛀洞的甲虫。因其求偶期用头顶撞洞壁发出滴答声而得其名；见62页，155页。
十足目动物(decapod)：十足目动物统称，是甲壳动物的最大组成部分，有10,000种，包括螃蟹、蜘蛛蟹、龙虾、对虾、小虾和小龙虾；见67页。
落叶性(deciduous)：(指植物)有季节性落叶特点的。许多高纬度温带阔叶树种在冬季落叶，进入休眠状态(见207页)。而在低纬度温带地区许多相关的树种却可能常绿(即树叶不同时脱落)，在热带森林中，大多数树种的树叶却是常绿的(见200页)。针叶树种大多是长绿的，其树叶特别适应冬季的状况(见39页)；其中一个明显的例外是落叶松。
分解者(decomposer)：以死亡动植物体为能量来源的生物(包括食腐动物、真菌和细菌)。分解者通过呼吸作用将有机体分解为二氧化碳，所释放的钙、氮等元素进入生态系统进行再循环；见194－195页。
鹿(deer)：鹿科哺乳动物，包括38种，偶蹄，反刍，广泛分布于新旧大陆，最明显特征是雄鹿多长有鹿角，每年脱落一次；见9页，17页，116页，152页，195页，205页，207页，209(方框)，210页。
防卫(defence)：动植物抵御捕食者的攻击，保卫自身的手段。防卫包括动物生理及行动方面的大量适应性变化：伪装、模仿、反射、警告变色、恐吓、装死、自割、报复及群聚；见164－167页，169页。其他防卫行为，见昆虫65页；鱼类76－77页；两栖动物81页；爬行动物89页；单孔类动物102

贞；犰狳及穿山甲107页；猬120页。

滥伐森林(deforestation)：对森林地区的过度砍伐，在全球许多地方成为破坏生态平衡的主要问题；见201页，207页，209页，212页，225页，228页。

八齿鼠(degu或octodont)：八齿鼠科几种小型的豚鼠形啮齿动物。尾长，皮毛柔软，外表像南美栗鼠，群居，现生活在安第斯山脉。

裂开(dehiscent)：(植物结构)自然裂开，释放内容物的过程，裂开结构包括花粉囊(释放花粉)及某些果实，如碗豆(释放种子)。

恐爪龙(deinonychosaur或clawed dinosaur)：兽足亚目，恐爪龙属双足食肉恐龙；见83页，84页。

恐象(deinothere)：长鼻目动物，已灭绝，与现在的大象有亲缘关系；见108页。

染色体缺失(deletion)：一种突变形式，指染色体内的核苷碱基或携带一组基因的脱氧核糖核酸(DNA)的缺失。

翠雀(delphinium)：毛茛科飞燕草属大约250种北温带植物的统称。庭栽的变种由绢毛高翠雀和翠雀杂交而来。

树突(dendrite)：神经细胞上将冲动传导至细胞体的枝状突起；见182页(方框)。

树木年代学(dendrochronology)：通过检查树木年轮来确定相关物质年代的一种理论。气候状况的变化可导致树木年轮间距离的不同，由此可以确定考古地点树木的年代。非常古老的狐尾松(见30页)向人们展示了几千年前的年轮序列。树木年代学对放射性碳理论所得出的年代提供了一种有益的对照检查依据(见4页)。

细齿状突出(denticle)：齿状小结构，如鲨鱼的小鳞。

牙质(dentine)：由钙构成，类似骨骼，但比骨骼坚硬且密度大，是牙齿的主要组成部分。

食沉淀物者(deposit feeder)：以沉淀物为食的水生动物；见221页。

皮蠹虫(dermestid beetle)：皮蠹科甲虫统称，是食腐动物，以干燥的个体为食，是博物馆、仓库、民居内的主要害虫之一，吃皮裘、毛发、毛织物、咸肉等。幼虫的附肢长而松散，被称为灯蛾毛虫。

真皮(dermis)：脊椎动物的皮肤内层，有结缔组织和血管等。

沙漠(desert)：极其干旱，植被极少的地区；见199页(地图)，204页。

沙漠化(desertification)：即可耕作土地变为沙漠的过程；见201页，203页，204页，206页，224页(地图)，229页。

俄罗斯小麝鼹及比利牛斯鼬鼹(desman)：食虫目鼹科29种中的2种(其余27种称为鼹鼠)，外形与鼹鼠相似，但适于半水栖生活，仅产于南欧和俄罗斯小面积内；见120－121页。

决定(determination)：胚胎学上指一个细胞向某一途径发展的不可避免的过程；见21页，186－187页。

腐食生物(detritivore)：所有以死亡有机物的微粒为食的生物；见201页，202页。

半知菌类(Deuteromycotina或fungi imperfecti)：见35页。

后口动物(deuterostome)：见51页(方框)。

泥盆纪(Devonian period)：地质年代，约始于4亿年前，结束于3.55亿年前；见4页。

垂皮(dewlap)：牛、狗等动物颈部垂下的皮肤，也指火鸡的垂肉。

印度野狗(dhole，Asian wild dog或red dog)：犬科动物，体形像狗，尾毛浓密、黑色，群居，产于东亚和东南亚(包括印度)的森林中。

方言(dialect)：鸟鸣(见152页)或蛙叫(见80页)等动物有地区特色的语言变化形式。

白须长尾猴(diana monkey)：颜色很鲜艳的一种长尾猴；见139页。

石竹属(Dianthus)：石竹科中的一属，约300种，原产于欧洲、亚洲、南非。有些品种花朵很美丽，被广为栽培，如美国石竹和康乃馨。

滞育(diapause)：一些动物，特别是昆虫的自发性停止生长和发育的阶段；见175页。

膈膜(diaphragm)：器官或有机体内的分离膜，尤指哺乳动物体内辅助呼吸、分隔胸腔和腹腔的肌膜结构；见181页。

双窝类爬虫(diapsid)：爬行动物的一类，颅骨太阳穴处有两个孔(见82页，84页)。多数现存爬行动物，如鳄鱼、蜥蜴、蛇，已灭绝的恐龙都是双窝类爬虫。

腹泻(diarrhoea)：见179页。

硅藻(diatom)：单细胞藻类，有硅质细胞壁，结成丝状或团状。有些硅藻通过鞭毛运动。有些则滑行；见26页，34页，218页，220页。

不飞鸟(Diatryma)：见90页。

荷包牡丹属(Dicentra)：罂粟科的一属，包括19种常绿草本植物，产于北温带。一些品种，如荷包牡丹，可栽培供观赏。

双子叶植物(dicotyledon，常缩略为dicot)：被子植物的两大类之一，种子胚上有两片子叶；见45页。

网翅昆虫(dictyopteran)：直翅目外翅类昆虫，包括蟑螂和螳螂；见61页。

三齿兽(dicynodont)：古爬行动物，处于爬行动物向哺乳动物过渡的阶段，已灭绝；见98页。

花叶万年青植物(dieffenbachia)：天南星科海芋属植物，约有30种。生长于热带美洲。古时西印度群岛上受惩罚的奴隶被迫食咬该类植物，尝其苦汁。

分化(differentiation)：发育的胚胎中细胞得以高度分化以便起到特殊功能的过程；见21页，186页。

扩散(diffusion)：分子由高浓度区向低浓度区运动的过程。通过扩散，在呼吸表层产生气体交换。在小动物体内，扩散本身足以满足它们的氧气需要；见180－181页。

消化作用(digestion)：动物体内食物中的复杂分子被分解成更为简单的化合物，并经身体吸收，成为生长所需能量的过程。见178－179页；原生生物26页；虫类55页；178页；昆虫59页；蜘蛛形网状动物68－69页；鸟类93页，178页；有袋动物104－105页，树懒107页；象类108页；有蹄类(哺乳)动物110页(方框)反刍动物112页(方框)；兔类等132页；啮齿目动物133页。

消化道(digestive tract或alimentary canal)：动物体内一系列专门处理食物摄取、消化和营养吸收的组织；见178－179页。

泥蜂(digger wasp)：细腰蜂科独居黄蜂统称。钻入地下筑巢，以贮存捕食到的昆虫来喂养幼虫。

洋地黄属(Digitalis)：本属约20种，两年或多年生草本植物。产于欧洲、地中海地区和中亚地区。毛地黄叶是洋地黄苷原料。

非洲小羚羊(dik-dik)：小羚羊属羚羊，3种。体小，色棕灰，喜食嫩草。居于干旱、有常绿灌木丛的非洲。雄羚羊多长有短角。

莳萝(dill)：伞形科草本植物。气味芳香，产于印度。种子因有洋茴香气味，可用作调料，茎与叶子可制药用油。

五桠果亚纲(Dilleniidae)：属双子叶植物亚纲；见40－45页。

澳洲野犬(dingo)：或称野狗，狗状犬属动物。浅棕色，毛短，群居。分布于澳大利亚及东南亚部分地区；见126页。

腰鞭毛虫目动物(dinoflagellate)：甲藻纲原生动物群统称。主要是腰鞭形海藻，常为棕色，构成浮游植物群的一部分；见26－27页。

恐龙(dinosaur)：包括蜥臀目和鸟臀目爬行动物。曾称霸地球1.6亿年，直到6500万年前绝迹；见82－84页，87页(方框)。

雌雄异株或异体(dioecious)：(有关植物物种的)雌雄两种繁殖机体分别处于独立的植物上，如铁树目裸子植物、银杏(见39页)、柳树。

梁龙(diplodocus)：梁龙属巨型蜥脚类恐龙；见83页。

二倍体(diploid)：一个正常的身体细胞中(生殖细胞除外)有两套不同的染色体。所有细胞在植物孢子体阶段都是二倍体。见22页，149页(方框内)。

叉尾虫(dipluran,forktail或twintail)：双尾目无翅昆虫，分布于全球，600余种。大多数叉尾虫体小，最大的叉尾虫长达5厘米(2英寸)。因生有两个丝状尾巴(尾须)而得名，两尾或有触感，或短小结实，状似铁钳，用以捕捉猎物。生活在土壤及干草中；见60－61页。

河乌(dipper)：五种雀形目河乌科鸟类统称。体圆，尾短而上翘。居于北半球和安第斯山脉快速流动的溪流中。它们是雀形目鸟类中惟一用短翅和劲足在水下捕虫的鸟；见97页。

双翅目昆虫(dipteran)：俗称“真正的飞虫”。已发现的就有85,000余种(见61页)。前翅发达，后翅较小，形成陀螺仪式结构(平衡棒)，飞行时，起到平衡的作用。多在白昼飞行，食花蜜、花粉或动植物腐肉。有的吸食鸟类和哺乳动物的血液；有的食无脊椎动物(多是其他昆虫)。幼体常于潮湿环境里生活，有的栖于水中。

盘形翼蝙蝠(disc-winged bat)：两种盘翼蝠科微型翼手目蝙蝠之一。生活于中、南美洲的热带地区。这种食虫蝙蝠的腕踝处长有吸水肉趾，协助其在光滑的香蕉叶上攀爬，也由此而得名。依靠这种肉趾，盘形翼蝙蝠可以引颈而眠。

替换行为(displacement behaviour)：一种显然与某特定场合无关的行为。如一个正在求偶的鸟突然停下正在进行的活动转而用嘴整理自己的羽毛或去觅食的行为。这种行为是动物类动机冲突的结果；见155页(方框)。

展示(display)：一种固定的、物种特有的行为方式，作为视觉交流信号。通常是仪式化的，用途广泛，如求偶或防卫；见152－155页。

迷混着色(disruptive coloration)：一种保护色。如斑马，凭其保护色，在视觉上搅乱了其外型轮廓；见166页。

分布范围(distribution)：动植物的地理分布范围。此范围受多种因素影响，如生物的生理局限、海洋山脉的阻碍、其他物种的竞争、进化的历史等。

潜鸟(diver或loon)：5种。鹳形目潜鸟科水鸟。长喙，涉水，劲足长在身体后部，潜入水中捕鱼。夏季生活在北部湖泊，冬季生活在海洋。

趋异(divergence)：可推测的古代物种通过不断发展变化产生两个或更多的后代物种；指某一分类群体分成两个或更多的部分；见12－17页。

多样性(diversity)：某一生物系统内已知种类的数量；见195页，200－211页。

龙虱(diving beetle)：龙虱科昆虫。体形中等或较大的淡水龙虱主要来自古北区。现已知龙虱有4000种。其成虫和幼虫皆为肉食虫。

部(division)：1.植物划分后的高级类别名称；见18页，30页(图表)，45页。2.(动物)介于门与纲之间的一种类别名称；见18页。

脱氧核糖核酸(deoxyribonucleic acid)：缩写DNA，是生物的基本遗传物质；见6－7页，15页(方框)，16页，19页，20页，22－23页，病毒24页，细菌25页。

鱼蛉(dobsonfly)：脉翅目鱼蛉科(见61页)。体大，在水中幼体有发达的上颚，是食肉虫。鱼蛉是垂钓者首选鱼饵。

酸模(dock)：蓼科黄酸模属一年生或多年生草本植物。长于温带。卷酸模是一种很重要的草。

渡渡鸟(dodo)：孤鸽科候鸟，貌似火鸡。17世纪末绝迹前，一直居住在毛里求斯岛。与罗德里格斯岛和留尼汪岛附近的独居鸟(已绝迹)都属鸽子族；见97页(方框)，214页。

狗(dog)：犬科动物统称，尤指体大群居的一种(与独居的狐狸相反)。许多驯养狗被人们认为是灰狼的后代；见14页，126－127页，150页，154页(方框)，155页。

棣木(dogbeery)：1.一种山茱萸科棣木属植物。2.美洲花楸。

狗鲨(dogfish)：各科小鲨，包括表面平滑的狗鲨、皱唇鲨、刺状狗鲨、角鲨、浅棕色狗鲨。猫鲨属是欧洲浅水中常见鱼类；见74页。

狗银(dog's mercury)：见42页。

山茱萸科棣木属植物(dogwood或cornel)：山茱萸科棣木属乔木和灌木的统称，有45种，生长于温带。有的被培植用来增添冬天的色彩；有的则具有引人注目的苞片；某些种类可作为价值很高的木材。

海豚(dolphin)：海豚科海洋带齿小鲸鱼。生存于各大洋中。较为人知的有宽吻海豚；见17页，142页，144页；145页。

归化(domestication)：野生物种经人类治理归为己用的过程，主要指农业。某些野生的物种已通过人工精选在很大程度上有了变化；见114(方框)，212页。

显性(dominance)：指在一个社会群体或等级中处于优势或地位较高的状态(与低级或从属个体相对)。

显性的(dominant)：(等位基因的)与隐性等位基因相对而言；见23页。

多巴胺(dopamine)：见182页(方框)。

休眠(蛰伏)(dormancy)：有机体内的活动停止，新陈代谢减缓的状态。通常是对外界不利环境的一种反应。同种子植物的种子一样，各有机体的孢子和孢囊可以在很长时间里保持休眠状态(见38－41页)。动物休眠175页。

榛睡鼠(dormouse)：啮齿目睡鼠科动物。体小，鼠状，尾长，多毛，有冬眠习性。常见于欧亚大陆及非洲。

背侧的(dorsal)：靠近或位于背部的。

海鲂(dory)：海鲂形目海鲂科海鱼统称，有10种。生活在大西洋、印度洋及太平洋。体厚，两侧扁平，嘴唇向上斜翻。鱼

眼大使表情显得很忧郁。

鸻鸟(dotterel)：两种鸻科涉水鸟之一。体小，喙细长，食昆虫。常生活于古北区及新热带区。

双螺旋(double helix)：双螺旋结构，如在脱氧核糖核酸分子中；见22页(方框)。

黄杉(Douglas fir)：约7种黄杉属针叶松的统称；见39页。花旗松用作木材和装饰树。

鸽(dove)：鸠鸽目苗条而优雅的小型鸟的统称，约155种，也包括家鸽。世界性分布。很多鸽子有复杂的求偶炫耀，一些鸽子如和平鸽有美丽而精致的斑纹；见173页(方框)，201页。

半蹼鹬(dowitcher)：3种鹬科半蹼鹬属涉水鸟的统称。腿长，尾短，似鹬，但颜色更鲜艳。分布于北美洲和亚洲。

羽绒(down)：柔软而纤细的羽毛，形成鸟类主要的隔离层；见92－93页。

鲻(dragonet)：鲻科约130种鲈形目海鱼的统称。分布在近海岸温暖的水域中，栖息在海床上；雄鲻常有十分艳丽的颜色和复杂的求偶炫耀。

海蛾鱼(dragonfish)：至少指3种身体细长的小型深海鱼。体黑，通常无鳞，齿利，有成排发光器官。大部分海蛾鱼的颏上有触须。

蜻蜓(dragonfly)：蜻蜓目外翅类昆虫的统称，有5000多种，世界性分布(尤其热带)。通常体型大，颜色鲜艳。成虫食肉，用足捕捉飞虫；保卫占领的地盘，在其上巡逻，赶走其他蜻蜓。幼虫生活在水中，也食肉。将“脸盖”(唇)像舌头一样射出捕食猎物；见60页，61页，62页。

松鼠窝(drey)：松鼠的树巢，由树枝、苔藓和树叶组成。

黑脸山魈(drill)：似狒狒的旧大陆猴科动物，生活在西非森林，与山魈相似，但口鼻部颜色不如山魈鲜艳；见139页。

单峰骆驼(dromedary)：阿拉伯骆驼；见115页。

蜂王(drone)：群居蜜蜂中，蜂王的惟一职责是与蜂后交配。

卷尾(drongo)：鸦科卷尾亚科雀形目鸟的统称，24种，与王鹟近亲。体型中等，好攻击，栖于树上，羽黑且斑斓，喙短粗而略呈钩状，尾羽十分长。生活在非洲、东亚和澳大利亚的森林中。

石首鱼(drum或croaker)：石首鱼科鲈形目热带和温带水域的海洋、咸水以及淡水鱼的统称，210种。多数栖息在沿岸浅水区，以用鳔作为共鸣腔发出声音而闻名。

核果(drupe)：不裂，有外层(皮)、多肉的中层和坚硬的内层，内含一籽。包括李子、桃、樱桃和阿月浑子；见43页。

干腐病(dry rot)：由担子菌真菌(见35页)引起的建筑物木材腐烂。真菌需要潮湿的木材安家，但是因为腐烂导致更潮湿，真菌能够传播到其他干木上。

鸭(duck)：雁形目鸭科动物的统称，130种，包括鹅和天鹅。适合水上或近水生活，世界性分布。羽毛下有防水绒羽，蹼足。通常雌雄颜色不同；见91页，93页，96页，97页(方框)，155页(方框)，211页。

浮萍(duckweed)：水萍科浮萍属小型水生草本植物的统称，约16种，分布广泛；见219页，213页。澳大利亚浮萍属于无根萍属；见30页。

儒艮(dugong)：惟一的食草类海洋哺乳动物，海牛目儒艮科的惟一物种。见于印度洋、红海和西太平洋的热带和亚热带沿海水域；见142页。

小羚羊(duiker或duikerbok)：小羚羊亚科羚羊形牛科小型哺乳动物的统称。主要生活在撒哈拉沙漠以南非洲森林和灌木丛中；见115页，205页。

蜣螂(dung beetle)：俗名，指数种生长和生活在粪中的金龟子科甲虫，包括金龟子。

十二指肠(duodenum)：小肠的第一段，位于胃和空肠之间，胆管和胰管都开口于此。酶消化的主要部位(见178－179页)。

水污染(dystrophic)：(湖泊)有机物含量高，但无机盐浓度低，见218页。

雕(eagle)：隼形目鹰科大型强壮猛禽的统称，约30种，世界性分布，特点是腿有羽毛，眼部上方有眉毛遮阳。金雕是一种健美的飞禽，捕食野兔和猎鸟。秃鹰主要以鱼为食；见92页，96页，97页，151页，201页。

蚯蚓(earthworm)：寡毛纲陆生环节动物的统称。对土壤中营养成分的循环十分重要；见55页，176页(运动)，178页(消化)，195页，207页，209页(生态系统的作用)。

蠼螋(earwig)：革翅目外翅类昆虫的统称，有1200多种，世界性分布，种与种之间没有多大区别。扇状后翅复杂地折叠着，受短硬质前翅保护。腹部末端有一对角质尾铗，用于防卫、捕食和求偶。杂食动物，毁坏花朵，成为危害园艺的次要害虫；其他蠼螋因为吃蚜虫而有价值。有些对成长中的幼虫展示出亲代抚育；见60－61页。

乌木(ebony)：柿属，主要以小型乔木为主，坚硬，质重，黑色心材，如望加锡乌木。

蜕皮素(ecdysone)：昆虫体内引起蜕皮的荷尔蒙；见62页，183页。

针鼹(echidna或spiny anteater)：针鼹科单孔目哺乳动物，2种，仅生活在澳大拉西亚。长吻和短吻针鼹全身由长棘针保护，主要以虫为食；见98页(方框)，100页，102页。

棘皮动物(echinoderm)：棘皮动物门海洋无脊椎动物的统称，约6000种，包括海星、海百合、海胆、海蛇尾和海参；见51页(方框)，54页。

回声定位(echolocation)：非视觉定位和感知系统，包括发出高频声音和监测从物体(猎物)反射回来的回声。回声定位被多数蝙蝠(见118页，165页)、很多齿鲸(见144页)和一些鸟(见97页)所用。

生态梯度变化(ecological gradient)：生态因素在空间中的连续变化，如光、温度、湿度等。在这阶梯上，不同的生物显示出不同的生长限制和最佳生长条件。

生态学(ecology)：研究生物与自然环境和生物环境关系的学科。

生态系统(ecosystem)：包括生物群落和非生物环境的复杂系统；见194－195页，200－221页。

外胚层(ectoderm)：发育中动物胚胎的外细胞层，将发展成神经组织等；见186页。

外质(ectoplasm)：许多变形虫细胞和一些植物(尤其分生组织的)细胞的细胞质胶状外层。

雪绒花(edelweiss)：菊科欧洲高山草本植物，头状花序周围有花瓣状苞叶。

贫齿动物(edentate)：贫齿目哺乳动物的统称，绝大多数生活在南美洲，包括食蚁动物、树懒和犰狳；见101页，106－107页。

鳗(eel)：鳗鲡目鱼的统称，19科约600种。特点是蛇形身体，没有腹鳍(有时没有胸鳍)。这种体形允许它们潜入石头下或植

物间的小空隙，有些鳗能够像蛇一样在陆上爬行。鳗是海洋鱼，见于各海洋中，但最著名的鳗鲡科鱼在淡水和咸水间迁移，常被称做“淡水鳗”。欧洲淡水鳗幼鱼在马尾藻海和欧洲河流之间进行穿越大西洋的长距离迁移(见170页)。幼鱼(叶鳗)身体透明，条状(见74页)。“鳗”这个词也用来指其他目中身体细长的鱼，如刺鳅和电鳗。

鳗草(eelgrass)：大叶藻科大叶藻属多年生芦笋形草本植物，生长在温带浅咸水区，约12种。

小线虫(eelworms)：线虫群动物，有非寄生和寄生两种；如小麦线虫在小麦种子上形成瘿。

传出神经(efferent nerve)：从中枢神经系统传递信息到周围神经系统的神经细胞，如运动神经刺激肌肉系统；见182页。

效率(efficiency)：(生态学)动物从饮食中获得的能量实际上使用和消耗的程度。以能量吸收与消耗的比率来衡量；见195页。

卵(egg)：许多动物产下的圆形或椭圆形生殖体，包括发育中的胚胎、食物供给(卵黄)和各种相关结构，被某种保护壳或皮所包围；见86页(爬行动物)，95页(鸟类)，184－187页。令人混淆的是，“卵”这个词也可用来指未受精的卵细胞或卵子。

卵细胞(egg cell)：见186页。

食卵蛇(egg-eating snake)：非洲和印度食卵蛇属游蛇的统称。几乎仅以蛋为食，用颈部肌肉的动作打碎蛋壳。

白鹭(egret)：8种鹳形目鹭科动物的统称，在外观上与近亲的鹭相似。繁殖期长有纤长的翼羽。

普通鹭(common egret)：分布广泛；见97页(方框)，168页。

绒鸭(eider)：4种大型潜鸭的统称，分布在极地附近。王绒鸭是颜色最华丽的鸭之一；见93页，97页(方框)。

大角斑羚(eland)：大型灰色或褐色羚羊，粗壮，腿部有黑白斑纹，鬃毛短，角呈螺旋形，生活在非洲草地。巨大角斑羚主要局限在纳米比亚的狩猎公园中，濒临绝灭(见114页)。

眼镜蛇(elapid)：眼镜蛇科毒蛇的统称，约200种，欧洲以外有广泛分布。包括眼镜蛇、珊瑚眼镜蛇、金环蛇和树眼镜蛇。像蝰蛇一样，眼镜蛇嘴前部有毒牙，但短小且不能活动(见87页)。

接骨木(elder)：忍冬科欧洲和北非灌木。常见于荒地和路边。花和果实皆用于制作家酿果酒。

电磁感应(electromagnetic sense)：用电或磁场交流、定位、攻击等的能力；见77页，80页，102页，154－155页，171页，191页(方框)。

电感受器(electroreceptor)：对电能敏感的感受器；见77页，102页，191页(方框)。

象(elephant)：象科长鼻哺乳动物，共两种，现存最大的陆生生物：非洲象和印度象；见9页，101页，108－109页，154页，162页，201页，202－203页。

象草(elephant grass)：一种源于乌干达的草，但现在在热带各地作为饲料作物培植。

象皮病(elephantiasis)：见168页。

象海豹(elephant seal)：象海豹属大型海豹，两种。南方象海豹是最大的海豹；见143页，157页，159页(方框)。

象鼩(elephant shrew)：食虫目象鼩科哺乳动物的统称，约15种，广泛分布在非洲。象鼩在外观上与鼩鼱相似，有极长而灵活的吻，主要以无脊椎动物为食；见101页，120页，121页(方框)。

消除作用(elimination)：通过分泌和排泄将废物排出体外；见179页。

驼鹿(elk)：常指欧亚分布区的麋。在北美洲通常习惯上将美洲赤鹿称为“驼鹿”；见116页。

榆(elm)：榆属大型乔木，约30种。原产于北温带和亚热带山区。曾经是英格兰南部常见树种的小榆被荷兰榆树病大批杀死。此病是由子囊菌引起的，其孢子由榆皮囊传播的。

胚胎(embryo)：指从受精卵(合子)首次细胞分裂到种子(植物)发芽、出生或孵化期间生长中的植物或动物；见14页，15页，186－187页(动物)，36页，38页，41页(植物)。

胚胎学(embryology)：胚胎的生长或与胚胎研究相关的学科分支；见14页，15页，186－187页。

胚囊(embryo sac)：显花植物子房的胚珠中的结构，卵和其他专化细胞形成于此；见41页。

露头树(emergent)：高出森林树冠层的树；见201页。

浮出水面的植物(emergent)：高出水面的植物；见216－217页。

迁出(emigration)：动物迁出某一地区的运动。与迁入相反，这种运动通常是非循环的(没有回程)，因为较难预测因素的结果，如食物匮乏或群体密度等；见135页，172－173页。

情感(emotion)：一系列情感或“内在感情”，如友好、生气、沮丧、高兴和恐惧，常属于动物，尤其是驯化的动物和高等灵长目动物。然而尽管一些或所有这些情感(如恐惧和沮丧)可能许多动物都经历过，但它们的内在感情实际上是不可知的，拟人论的程度大体上与我们对它们的感知和解释有关。

皇蛾(emperor moth)：大型欧洲天蚕蛾，翅上有眼状斑纹。

鸸鹋(emu)：澳大利亚灌木丛林中的大型流浪无翼鸟，体高达2米(6.5英尺)。三趾，颈部有羽毛，与鹤鸵同科；见97页(方框)。

海洋鸟属(Enaliornis)：见90页。

牙釉质(enamel)：由钙磷酸盐组成的有光泽物质，在脊椎动物牙齿上形成薄而十分坚硬的一层。

某地特有的(动植物)(endemic)：(物种)原产于某一特殊的，通常有限的地理区域，或由于在那里进化或由于在其他地方绝灭而致；见214页。

苣荬菜(endive)：一年生或多年生草本植物，与菊苣有亲缘关系，菊科。其嫩叶可做色拉。

内分泌系统(endocrine system)：腺体组织系统，产生化学成分(荷尔蒙)进入血液传输到远处组织中，调节其活动。此系统主要是关于生长、生殖、内环境和能量产生的控制和协调；见183页。

内噬作用(endocytosis)：物质输入细胞；见21页。

内胚层(endoderm)：生长中的动物胚胎内部细胞层，将发展成呼吸和消化道的内壁层等；见186页。

内膜系统(endomembrane system)：除外细胞膜外，细胞内连接的主要细胞膜；见21页。

内质网(endoplasmic reticulum)：真核细胞内复杂的膜网络；见20－21页(方框)，21页。

内翅类昆虫(endopterygote)：内翅类有翅昆虫，包括9个目和85%以上的已知昆虫。常见的内翅类昆虫有甲虫、蝴蝶、蛾、蝇、蜂、蚁和黄蜂。特点是完全变态，也就是说，幼虫与成虫不相似，经过幼虫和蛹阶段才达到成虫；见60－61页，62－63页。

胚乳核(endosperm nucleus)：见41页。

能量学(energetics)：研究生态系统中能量流动、流动的路径、使用的效率和存储的地方的学科(见194－195页)。

能量流动(energy flow)：能量在生态系统中的流动；见194－195页，212－213页(农业生态系统)。

酶(enzyme)：在生化反应中起催化剂作用的蛋白质；见6页(方框)，179页。

始新世(Eocene epoch)：从5300万－3400万年前的地质期；见4页。

始鳄(eosuchian)：早期双窝类动物。

麻黄属(Ephedra)：灵麻藤植物中的一个属；见39页。

短生植物(ephemeral)：在一个季节中完成几次生命周期，能够在相当长时间以休眠状态(如种子)等待有利条件。

表皮(epidermis)：(植物)在嫩根、茎和叶周围的薄保护组织。茎和叶表皮分泌出一角质层。在较老的茎和根中，表皮常被栓皮槠所替代；见32页。

表皮(epidermis)：(动物)细胞的最外层。脊椎动物中，表皮覆盖皮肤内层(真皮)。表皮常由死细胞和硬化细胞组成。

会厌(epiglottis)：有弹性的软骨薄片，位于通向上气管(喉)的孔的前部；在吞咽时，向后遮住保护孔。

附生植物(epiphyte)：在其他植物上生长但不造成破坏；见44页，46页，200页。

世(epoch)：地质期中最小的单位，在两个最近地质纪间划分；见4页。

马科动物(equid)：马科奇蹄哺乳动物，共7种，包括马、驴和斑马；见110－111页。

代(era)：地质期中最大的单位，划分成纪；见4页。

麦角病(ergot)：谷类和其他草类植物疾病。由麦角菌属的子囊真菌(见35页)引起。受感染的谷物包含既有毒性又有治疗效用的生物碱。

欧石南属植物(Erica)：杜鹃花科常绿灌木，约500种，通常被称做杜鹃花科植物(但也包括轮生叶欧石南)。多数原产于南非，但有些原产于地中海或欧洲。

杜鹃花科植物(Ericaceae)：双子叶植物科植物，有欧石南、杜鹃、越橘等；见45页。

鼠蛾(ermine moth)：白灯蛾属鳞翅目昆虫，与灯蛾同科。浅色翅上有深色斑点。

红细胞(erythrocyte)：红色血细胞。

细茎针茅(esparto)：源自两种地中海草叶部植物的纤维。

精油(essential oil)：经蒸馏或挥发从植物中提取的各种易挥发的油性液体。具有所提取的某一特定植物的香味，在调味品和香水中使用。

三角湾(estuary)：河流入海处低洼的潮汐区；见216－217页。

埃塞俄比亚动物地理区(Ethiopian)：动物群区；见50页(地图)。

行为学(ethology)：研究动物行为的科学；见148－149页。

真细菌(eubacteria)：真细菌目中杆状或球状细菌。一些能移动的细菌有鞭毛；见24页。

桉树属植物(eucalyptus或gumtree)：大部分是澳大利亚桃金娘科常绿乔木和灌木，约175种。在澳大利亚的森林中，这些树占绝大多数。许多桉树对硬质木材生产非常重要，如铁皮桉。其花是蜜蜂的花蜜主要来源；见30页，203页，205页。

眼虫藻(euglenoid)：藻类裸藻门原生生物。既可归类到水藻也可归类到有鞭毛的原生生物。眼虫藻是具有弹性表膜而不是细胞壁的大型鞭毛藻。绿色或无色；见26－27页，34页。

真核生物(eukaryote)：生物细胞是真核细胞的，也就是说，基因物质包含在一个细胞核中。原生生物和所有高等生物都是真核生物；见7页，20页。

大戟属植物(Euphorbia)：分布于热带和温带，具有毒乳液的乔木、灌木或草本植物，约2000种。许多草本植物被称作大戟，很多适合于酸性条件(见204页)。一品红是一种受欢迎的圣诞盆栽植物。

大戟科(Euphorbiaceae)：双子叶植物科植物，包括大戟；见45页。

透光层(euphotic zone)：一种海洋层；见220页。

咽鼓管(Eustachian tube)：在哺乳动物的耳部；见191页。

真兽类动物(eutherians)：有胎盘哺乳动物；见100－101页。

富养分的(eutrophic)：(湖泊)养分丰富的湖水；见218页。

富营养化过程(eutrophication)：由于硝酸盐过量而导致的水体中所有生命死亡的过程。

月见草(evening primrose)：柳叶菜科美洲月见草属植物的统称，尤指两年生月见草，有黄色大花，夜晚开放。

进化(evolution)：各种理论阐释物种起源于祖先的逐步变化。今天人们普遍接受的理论是达尔文的自然选择进化论；见12－17页。

排泄(excretion)：将废物从体液中去除并且排出体外的过程见26页(原生生物)，59页(昆虫)，88页(爬行动物)，93页(鸟类)，179页(方框)。

胞外分泌(exocytosis)：将物质排出细胞；见21页。

外翅类昆虫(exopterygote)：外翅类昆虫群的有翅昆虫，包括16个目和大致12%的已知昆虫种类。常见的外翅类昆虫有蚱蜢、蜻蜓、蠼螋和蚜虫。特点是不完全蜕变，也就是说，幼虫与成虫相似，没有蛹的阶段；见60－61页，62－63页。

外骨骼(exoskeleton)：昆虫、甲壳纲动物和其他节肢动物的硬质外部骨骼，由基于多糖几丁质的保护层(表皮)构成；见58页，176页。

外来种(exotic)：由另外一个地方引进的物种。如果无需不断照顾也可存留下来，就称为引种成功。

灭绝(extinction)：1.由于气候、习惯、天敌等的变化而致一物种消亡的过程；见4－5页，84页(方框)，214页，228－229页，232－233页。2.习得的行为反应因为缺乏强化而减弱的过程；见150页。

外耳柱(extracolumella)：在脊椎动物的耳部；见191页。

眼(eye)：较复杂的视觉器官，基于一群相互连络的光敏感细胞之上；见189－190页。

小米草(eyebright)：小米草属半寄生一年生草本植物的统称，温带分布，约200种。药用小米草的提取液用作眼药水。

豆科(Fabaceae或Papilionaceae)：双子叶植物。包括豌豆、菜豆、花生、车轴草、金雀花、羽扇豆等；见32页(方框)，45页。

排泄物(faeces)：从肛门排出的半固体消化废物；见179页。

丰年虫(fairy或brine shrimp)：鳃足纲小型原始甲壳动物的统称，在临时的池塘中数量丰富；见67页。

和平鸟(fairy bluebird)：和平鸟属雀形目动物，共两种。与椋鸟大小相似。雄鸟有美丽的深蓝色背。

缨小蜂(fairy fly)：柄翅小蜂科微型寄生黄蜂，世界性分布。在所有最小的昆虫中，缨小蜂把卵产在其他昆虫的卵中；一个寄主卵足够满足这种缨小蜂全部成长的需要。

仙人圈(fairy ring)：一环形真菌子实体(例如蘑菇——常为硬柄皮伞菌——在地下菌丝体表面形成真菌丝的网络)。

细嘴鹪莺(fairy wren)：鹪莺科雀形目动物，15种，体小、灵敏、栖于地面，尾长且翘起，生活于澳大利亚和新几内亚。雄性炫耀美丽的天蓝、红、黑和白色羽毛。

隼(falcon)：隼形目隼科强健的猛禽，也包括卡拉卡拉鹰，约40种。翅尖尾方，世界性分布。游隼的“俯冲”是先盘旋上升再向后合拢翅膀扑向猎物。俯冲时，速度可达每小时290公里(180英里)；见96页。

小隼(falconet)：小型隼，4种，栖息在东方，主要以昆虫为食。

法娄皮欧氏管(Fallopian tube)：哺乳动物雌性生殖道上部，在排卵后接收卵细胞并且是卵子受精的场所。一对输卵管通向子宫。

假吸血蝠(false vampire bat)：假吸血蝠科微型翼手目蝙蝠的统称，5种，广泛分布于旧大陆热带地区。是为数不多的主要以食肉为主的蝠科动物之一(见119页)。美洲假吸血蝠是新大陆叶鼻蝠之一。

科(family)：在目与属之间的分类。如，大猩猩、黑猩猩和人类组成灵长目下的人科；见18页，45页。

家庭(faminly)：共同生活的组织，其中双亲与幼子在一定时期内生活在一起。通常母性独自照顾(单亲家庭)，偶尔后代会留下来帮助扶养下代(大家庭)；见158页。

马达加斯加长尾灵猫(fanalouc)：褐色，似狐灵猫，颌窄而长，尾多毛。见于马达加斯加雨林。

缨鳃蚕(fan worm)：居于管中的多毛纲缨鳃蚕科海洋动物的统称；扇状滤食触角如受到惊扰，会迅速缩回到管中；见55页。

脂肪(fat)：若干单脂质构成。脂肪是重要的能量储存分子，见于几乎所有生物。由一个甘油和三个脂肪酸分子组成。也具有隔热和保护性质。在动物中，脂肪储存在名为脂肪组织的特殊组织中；在植物(以油的形式，液体脂肪)的种子中特别丰富，但也见于植物的其他部分；见31页，32页，45页，179页。

脂肪酸(fatty acid)：若干脂质成分的有机分子，与甘油构成脂肪的基本成分。

动物群(fauna)：动物集合，尤指某一地方的所有动物。

动物群区(faunal region或zoogeographic region)：在动物相似性基础上将世界划分为几个区域；见50页(地图)。

恐惧(fear)：因对某刺激性反应出现的刺激状态(天生的或习得的)，通常导致某种防卫行为。

羽毛(feather)：基于角质的表皮结构，共同组成鸟的全身羽毛；见90页，92－93页，96页(方框)。

细鳞弓背鱼(featherback或knifefish)：弓背鱼科非洲或东南亚淡水鱼的统称，与骨舌鱼同目。与众不同的是有一条长而波状起伏的臀鳍(大概像一把刀，故名“长刀鱼”)和一个羽毛似的小背鳍。

羽尾鼯 (feathertail possum)：小型杂食栖树有袋动物。

毛发感知器(feature detector)：特殊类型的感觉细胞；见188页。

猫(felid)：食肉目猫科哺乳动物的统称；见122页，124－125页。

股骨(femur)：离脊椎动物身体后部或下肢最近的长骨，或距昆虫腿基部第三节(见方框，59页)。

沼泽(fen)：湿地。夏季地下水位位于或低于地表，而冬季涝。通过地下水流供给养分。

耳狐(fennec fox)：小型似狐的犬科动物，耳大，尾多毛，灰白色皮毛。昼伏夜出，见于北非、西奈半岛和阿拉伯沙漠中；见126页。

茴香(fennel)：伞形科草本植物。适合大多数温带国家生长。叶和种子用作调味品。

葫芦巴(fenugreek)：一年生旧大陆豆科草本植物。饲料作物，种子磨成咖喱。

恢复野生习性的(feral)：(原为驯养动物)恢复野性。恢复野生习性的动物对某野生物种产生影响，尤其在岛屿上(见214页)。

矛头蛇(fer-de-lance)：一种大型(达2.5米/8.25英尺)响尾蛇科毒蛇，从墨西哥南部到南美洲有广泛分布。

发酵(fermentation)：葡萄糖的逐步分解或其他有机分子在无氧条件下产生能量和各种代谢产物的过程——如酒精和其他工业产品；见25页，112页(方框)。

蕨(fern)：见36－37页。

雪貂(ferret)：小型褐色鼬科动物，有多种。体细长，腿短，尾长且多毛。黑足雪貂见于北美洲；普通雪貂是艾鼬的驯化种。

受精(fertilization)：在有性繁殖中，生殖细胞(配子)的融合，形成胚胎。在动物中，受精可以在体外进行，如多数的鱼类和两栖动物如青蛙和蟾蜍，或者在体内进行，如昆虫、鸟类和哺乳动物(见184－185页)。在植物中，受精的方式多种多样；见36页，38页，41页。

肥料(fertilizer)：添加到土壤中以增加其肥力的天然或人工的材料；见212页，213页，226页。

羊茅(fescue)：羊茅属温带草，约300种。一些羊茅草如紫红羊茅用作草坪草。

胎(fetus或foetus)：在各主要器官系统发育之后，可辨别出与成体相似的哺乳动物胚胎；见185页，186页。

小白菊(feverfew)：多年生芸香草本植物，用于草药中，拉丁语意为“退热”。

纤维(fibre)：(高等植物中)长而尖细的厚壁组织细胞，高拉伸强度，见于维管组织(木质部，韧皮部)和其他组织中。经济用途纤维包括亚麻和大麻。

招潮(fiddler crab)：招潮属甲壳纲十足动物的统称，雄招潮蟹的一螯特别大；见154页，174－175页。

田鹀(fieldfare)：古北区北部广阔草地上的鹀。不像其他较大型鹀，田鹀颜色鲜艳，灰头，栗色背。

田鼠(field mouse或wood mouse)：姬鼠属鼠形啮齿动物，尾长，食种子，有多种，如数量多的南美田鼠。

无花果(fig)：桑科榕属亚热带乔木、灌木和攀缘植物的统称，约2000种；见43页方框(开花和传粉)。果实由无花发育而成。食用无花果可能已被人工培植了6000多年。

斗鱼(fighting fish)：热带小型鲈形目淡水鱼，有多种，尤指暹罗斗鱼。在泰国，好斗的雄鱼被挑选出来饲养，在精心安排的格斗中被放在一起，人们在其身上下注打赌；见155页(方框)，157页(方框)。

榕小蜂(figwasp)：无花果小蜂科小型黄蜂，与各种无花果传粉密不可分；见43页(方框)。
丝虫病(filariasis)：见168页。
滤食(filter-或suspension-feeding)：筛、滤或捕食水中漂浮微粒，许多海洋动物的进食的重要方式；见57页(方框)，178页，219页，221页。其他见：海绵52页；腔肠动物53页；棘皮类动物54页；蠕虫55页；软体动物56页，57页；甲壳动物66－67页；鱼类76页。
鳍(fin)：鱼类游泳、导航、保持平衡等的凸出结构。鳍是由(软骨的，角的或骨的)鳍刺支撑的，可能是软的或硬的。背鳍、尾鳍和臀鳍是单的，而胸鳍和腹鳍是成对的；见72页。
雀科鸣禽(finch)：俗名指多种以食种子为主的尖锥喙小型雀形目鸟。许多新大陆鹀被称作雀科鸣禽。典型的雀科鸣禽属于雀亚科，尽管它们在全世界范围生活，但主要见于北半球温带，候鸟。典型的雀科鸣禽有9条主翼羽，并且125种中除3种外都用种子喂养它们的幼鸟(多数其他食种子雀科鸣禽在抚养期转成吃昆虫)。
鳍脚蹼(finfoot或sungrebe)：似秧鸡的水禽，长瓣蹼足，颈长，喙有力。有3种，属于鹤形目日鹏科。见于新热带、非洲和亚洲；见93页。
鳍鲸(fin whale)：长须鲸，鲸之一；见145页。
枞(fir)：冷杉属(约50种)和黄杉属针叶松约7种的统称；都属于松科；见39页。冷杉属是北温带乔木，许多冷杉是重要的经济木材，被称为冷杉木木材。松节油和树脂是从树皮中提取的。
火(fire)：火对生态系统的影响以及对植物的适应性见39页，201页，202页，205页，208－209页，228页。
火蚁(fire ant)：火蚁属蚂蚁的统称，分布广泛，食肉，筑巢。属于害虫，容易侵入房屋，螫人很痛。
火腹蟾蜍(fire-bellied toad)：数种无尾目盘舌蟾科动物的统称，与产婆蟾有亲缘关系。
萤火虫(firefly)：主要是热带萤科甲虫(1700种)。这些夜间出没的甲虫产生引人注目的光作为它们求偶炫耀的一部分。光产生于腹部的一个特殊器官，通过一种发冷光物质虫萤光素在虫萤光素酶的作用下分解产生的；见62页，154页。
鱼(fish)：俗名，是各种水生冷血脊椎动物的统称。鱼类“典型”的特点包括呼吸用的鳃，导航和运动用的鳍和遍布全身的鱼鳞，但对所有的鱼来说，这些特点远不是最常见的。“鱼”这个名称描述的是一种生命而不是一种生物分类，数以千计的鱼种属于几种不同的生物进化线；在现存鱼类占优势的是硬骨鱼和软骨鱼；见15页，70－77页，197页，215页，217页，218－221页。
渔猫(fishing cat)：带黑点的灰褐色猫科动物，爪部有蹼，生活在东南亚和印度的森林和沼泽地。以鱼和其他猎物为食。
裂殖(fission)：细胞分裂不需要有丝分裂(见22页)的无性繁殖方式。发生在诸如细菌这样原核生物和如原生生物这样真核生物身上。
固定作用(fixation)：无机物成分(如二氧化碳中的碳或氮气)由生物转换为有机物的过程；见32页(方框)，169页，196－197页。
鸢尾(flag)：鸢尾属植物和栽培品种，如黄鸢尾和蓝鸢尾。
鞭毛(flagellum)：突出细胞的鞭状结构，在单细胞中起运动器官的作用；见7页，26－27页，176页。
红鹳(flamingo)：鹳形目红鹳科动物的统称，5种。体形修长的水禽，颈和足都非常长。喙大呈钩状并倒置，用于过滤微小水生动植物。大红鹳最常见，分布于中美洲、北美洲、非洲和地中海；见91页，93页，96页(方框)。
色彩闪烁(flash coloration)：防卫手段，目的是通过突然把平常掩盖起来的颜色鲜艳的身体部位显露出来，惊吓捕食者。
比目鱼(flatfish)：鲽形目海鱼的统称，约538种，主要生活在热带和温带海洋的较浅水域(200米/656英尺以下)。幼比目鱼的眼睛是对称的，但在发育时，一只眼迁移过头部到另一侧挨着另一只眼；扁平的成鱼无眼的一侧朝下游动。通常这一侧是左侧，但有时也可以是右侧，一些鱼群包括这两种状况的比目鱼。多数比目鱼栖息于海底，许多以能够改变颜色与周围环境融为一体而闻名。许多比目鱼种是重要的食用鱼；见72页，74页，76页。
扁虫(flatworm)：扁形动物门简单无脊椎动物。身体扁平，惟一开口通向肠部。它们有的自由生活(如涡虫)；有的寄生(如绦虫、吸虫)；见55页，168页。183页，218页。
亚麻(flax或linseed)：亚麻科一年生草本植物，培植以获取茎纤维(作亚麻布)、籽油和作为动物饲料。
蚤(flea)：蚤目昆虫的统称，包括已知的1400种。成虫完全是寄生的，以宿主的血为食；它们侧平身体以便在毛发中自由移动，通过专化且非常长的后腿能够跳跃。幼虫以皮屑和宿主窝中其他富含蛋白质的食物为食。蚤传播疾病，如在人类中传播鼠疫，在兔子中传播粘液瘤病；见60页(方框)，64页，177页，180页。
性嗅反射(flehmen)：哺乳动物(通常雄性)在发现发情雌性尿液时，上唇的翘起。可能增加犁鼻器的感觉。
麻蝇(flesh fly)：丽蝇科麻蝇属双翅目昆虫的统称，中等个头，花格子纹，也包括丽蝇类。幼虫以腐肉为食。
飞翔(flight)：1.一种运动方式。见59页，84页，90－97页，118－119页，176页，177页。2.从捕食者处逃走，大多数可活动动物的开始防卫手段；见166页。
群集(flocking)：通过群体吸引导致鸟聚集停留并且一起行动的行为，可能为了防卫捕食者(见97页，167页)。
植物群(flora)：植物集合，尤指任一地区的所有植物。
植物群区(floral region或phytogeographic region)：在植物相似性基础上将世界划分成几个区域；见30页(地图)。
鲆鲽(flounder)：鲽科数量丰富的欧洲比目鱼，重要的食用鱼。生活在淡水，河流的低洼处和多数欧洲海洋的浅水域。尤其在美国和加拿大，“鲆鲽”这个名称习惯上指鲆科比目鱼(“左眼鲆鲽”有大菱鲆)和鲽科比目鱼(“右眼鲆鲽”有庸鲽、欧鲽、孙鲽)。
花生白点金龟(flour beetle)：拟谷盗属各种小型红褐色拟步甲科昆虫的统称，面粉磨坊中的害虫。
花(flower)：植物中有性繁殖器官的一部分。典型的花仅见于木兰门(有花植物或被子植物)；见40－41页，42－47页。
吸虫(fluke)：吸虫纲扁虫的统称，近6000种，极重要的体内、体外寄生虫群；见55页，168页。
鹟(flycatcher)：鹟科鹟亚科雀形目鸟的统称，155种，与鸣禽有亲缘关系，旧大陆和澳大拉西亚食虫鸟。多数个头小，尾长，眼大。飞行中捕捉昆虫的种类喙宽，而在地面捕捉昆虫的种类则喙窄；见11页，209页。
飞龙(flying dragon)：东南亚鬣蜥科蜥蜴，有翼膜，由贴在

皮上的折叠翼肋支撑，允许它在树间滑翔相当长的距离；见84页。

飞鱼(flying fish)：银汉鱼目飞鱼科动物，40种，能在海面上“滑翔”。此科包括四翼和二翼两种，视除胸鳍外腹鳍是否增大而定；见72页。某些其他鱼也有巧妙的方法完全跃出水面滑翔。

飞蛙(flying frog)：树蛙科树蛙，见于南美洲、中美洲和东南亚。有能运用趾间展开的蹼控制滑翔；见160页。

豹鲂鲉(flying gurnard)：豹鲂鲉目豹鲂鲉科热带海洋鱼，4种。头粗大，为硬骨板保护，身体盖有硬鳞。胸鳍十分大，让人认为能够飞行或滑翔(没有证实的)。

饲料作物(fodder crop)：种植庄稼用于喂养牲畜，或直接放牧，或作为干草或者青贮饲料喂养。最重要的有青草(如黑麦草)和豆科植物(如苜蓿)。

蓇葖(follicle)：干开裂，见于某些植物(如飞燕草)。由单心皮形成，成熟时横向分裂释放出种子。

小囊(follicle)：(动物)身体上的小囊或腔(如发囊)：通常有分泌或排泄功能。

食物链(food chain或food web)：在一个生态系统中摄食关系模式(也就是能量转换)；见194－195页。

鞭冠鱼(football fish)：鞭冠鱼科深海垂钓鱼，4种。球状身体受骨板保护，诱饵大而发光。

觅食(foraging)：与获取食物有关的行为，从许多海洋动物被动滤食到主动捕食；见50页，156－157页，162－165页，168－169页，170页，172－173页，178－179页。其他见：昆虫64－65页；蜘蛛68－69页；鱼75－76页；两栖动物81页；爬行动物89页；鸟类96页；哺乳动物102－145页。

有孔虫(foraminifera)：变形原生动物群，许多有石灰质壳。这些壳的残骸大量沉积形成白垩；见5页，27页，160页。

森林(forest)：通常指广阔的区域，其中树是主要植物；见200－201页，207页，208－209页。

斑蛾(forester)：斑蛾科斑蛾属鳞翅目昆虫的统称，主要分布在古北区。金属绿色的白天飞行的飞蛾。

勿忘草(forget-me-not或scorpion grass)：紫草科勿忘草属一年生或多年生温带草本植物，约50种。

连翘属植物(forsythia)：橄榄科亚洲连翘属灌木的统称，6种，有些在花园中受到青睐。

马岛獴(fossa)：褐色猫形半栖树灵猫，爪能缩进。栖息于马达加斯加森林中；见123页。

化石(fossil)：死亡已久的生物在沉积岩上留下的印记；见4页，12－15页。

四眼鱼(four-eyedfish)：四眼鱼科小鱼的统称，3种，生活在南美洲淡水和咸水区。每只大眼睛(有视网膜和角膜)在中央分开，上半部适于空中观察，下半部适于水中观察；置于头顶，因此鱼在水面游动可同时使用两种视觉器官。胎生鱼；见73页(方框)。

中央凹(视网膜的)(fovea)：脊椎动物眼睛的视网膜小区，锥形细胞集中的地方；见97页，189页，190页。

狐(fox)：许多犬科动物俗名，尤指体型较小的，较喜孤独的犬科动物(与较喜群居的犬科动物相反)；见126－127页，206页，207页，213页。

鹧鸪(francolin)：非洲旷野中形似山鹑的多肉猎鸟的统称，40种，属于雉科。与山鹑不同，鹧鸪有爪距。

赤素馨(frangipani)：夹竹桃科小型中美洲乔木。花芳香，作为装饰花培植。

乳香属乔木(frankincense tree)：热带乔木，叩击可获取乳状树脂，用作香和香水的组成成分。

小苍兰属植物(freesia)：鸢尾科南非小苍兰属由球茎长成的多年生草本植物的统称，约20种。

游离尾蝠(free-tailedbat)：犬吻蝠科微型翼手目蝙蝠的统称，约80种。见于世界上热带和亚温带区域。游离尾蝠因长尾从翼膜形成的松鞘中弹射出而得名。在仙洞中大群聚居，堆积的鸟粪被挖出用作肥料。(见119页)。

法国菜豆(french bean,string bean或dwarf bean)：通常豆科矮培育种，豆荚成熟前食用；见205页。

淡水(fresh water)：水中盐度低；见218－219页。

食蜜鸟(friarbird)：较大型澳大拉西亚蜜雀的统称，身体修长，喙大，常在喙基部有瘤。

军舰鸟(frigate bird或man-of-warbrid)：鹈形目军舰鸟科海鸟的统称，5种，生活在各海洋中。优秀的飞鸟，长翼展达2米(6.5英尺)，有长而深的叉形尾。雄鸟在钩形长喙下有可鼓起的鲜红色喉囊；见91页，96页。

皱褶领蜥蜴(frilled lizard)：澳大利亚蜥蜴科蜥蜴，以大颈翎颌出名，可作为威胁展示膨胀起来(见167页)。

弗里施，卡尔·冯(Frisch, Karl von)(1886－1983)：奥地利科学家，现代行为学(动物行为的研究)的先驱之一。他最有名的研究导致蜜蜂舞语的发现(见方框，153页)。1973年因对行为学的贡献他与洛伦兹和廷伯根共获诺贝尔奖；148页。

黄潜蝇(frit fly)：黄潜蝇科双翅目昆虫；这种小飞虫的幼虫给麦类作物造成相当大的损失。

豹纹蝶(fritillary)：蛱蝶亚科各种蛱蝶属蝴蝶的统称，世界性分布。

贝母(fritillary)：百合科北温带贝母属多种由球茎长成的草本植物的统称。珠鸡斑贝母是花园中非常流行的植物；见205页。

蛙(frog)：俗名，泛指无尾目两栖动物(也包括蟾蜍)。此词常用来区别皮肤光滑，长腿善跳跃两栖动物和皮肤有疣短腿两栖动物(通常叫做“蟾蜍”)，但这种区别没有分类学上的意义；常常同科有亲缘关系的两栖动物被随意地命名为蛙或蟾蜍，严格意义上讲，“蛙”用来指蛙科的“典型的”蛙类动物，如草蛙、欧洲林蛙；广义上，有时用来指任何无尾目动物；见78－81页，183页，233页。

鲅鳚(frogfish)：鲅鳚科鱼类，60种。与垂钓鱼有亲缘关系。伏于海底，以粗壮的身体和松弛的疣状皮肤伪装自己，用健壮的臂状胸鳍爬行，用肉质钓饵引诱周围的猎物；见75页。

沫蝉(froghopper或spittlebug)：沫蝉科1500多种草食同翅目昆虫的统称，世界性分布。幼虫用“沫蝉泡沫”包围自己。沫蝉泡沫是一种保护幼虫不受侵害和防止干燥的牢固泡沫。

蛙嘴夜鹰(frogmouth)：蟆口鸱科(澳大拉西亚种)和大蛙嘴夜鹰科(亚洲种)食虫森林鸟，14种，同属夜鹰目。白天把自己伪装成树皮形状休息。夜晚用极宽且周围有感毛的喙捕食昆虫；见97页。

叶(frond)：大叶，常分开的(如蕨叶，棕榈叶)。

植物体(frond)：一些海草的叶状体(如墨角藻)和苔藓。

果糖(fructose)：见于花蜜和果实的糖，见179页。

果实(fruit)：通常受粉后从花的子房中发育成的含种子结构。

果实的某些部分源自花的其他部分。相当多的果实已经进化成吸引不同的动物传种者形态(见41页，43页)。

果蝠(fruit bat或flying fox)：狐蝠科蝙蝠的统称，约170种，组成蝙蝠两个亚目中较小的一个(大蝙蝠亚目)。见于旧大陆和澳大利亚热带和亚热带地区。多数在黎明或黄昏活跃，以食果实为主，仅有一些果蝠能够用回声定位；见14页，118－119页，201页。

果蝇(fruit fly)：果蝇科小型双翅目昆虫的统称，世界性分布。成虫受发酵的果实、饮料、树液和真菌的吸引。它们在实验室中被大量使用，在遗传研究方面尤其重要。

子实体(fruiting body)：真菌和低等植物中的器官，起繁殖作用。蘑菇和毒蘑菇的可见部分即是子实体；见35页。

倒挂金钟属植物(fuchsia)：柳叶菜科倒挂金钟属主要是热带和亚热带灌木和小乔木的统称，约100种。倒挂金钟是受人喜欢的观赏性植物。

暴风鳽(fulmar)：鳽形目鳽科暴风鳽属鸥形小鸟，两种，用僵硬的翅膀滑翔，很少扑动；见96页。

球果紫堇(fumitory)：主要是牡丹科欧洲和地中海球果紫堇属一年生植物，约55种。

真菌(fungus(复数fungi))：霉菌或真菌界中的任何一种；见35页。其他见：30页(与其他植物的区别)；34页(苔藓)；39页(针叶树中的共生)；43页(与种子的联系)；194－195页(食物链中的作用)；201页，(热带森林)；202页(白蚁种植的)；230页(有害物)。

蕈蚊(fungus gnat)：蕈蚊科小型双翅目昆虫；分布于广阔的地理区域，有记载的在2000种以上。常见于潮湿地区，幼虫以分解的植物和木材的真菌物质为食。

漏斗耳蝠(funnel-eared bat或long-legged bat)：筒耳蝠科微型翼手目蝙蝠，8种，见于新大陆热带地区。这些食虫蝙蝠的名字源于它们的大耳朵，其外部表面有腺体凸出。

叉骨(furcula("如愿骨"))：鸟骨骼的一部分，由合并的锁骨形成，在鸟翼结构的功能中起着重要作用；见90页(方框)，92页。

海狗(fur seal)：各种有耳海豹，皮毛细密，因其皮毛而受到捕猎；见143页。

高山硬叶灌木群落(fynbos)：南非地中海气候区的矮灌木植物。夏季干枯。

盖亚学说(Gaia)：詹姆斯·罗夫洛克用这个名词指我们星球上有机成分和无机成分以及生物环境间的复杂相互作用；生物环境提供极大的弹性和能力，在仍保留现存生物的同时，应付许多变化。

步态(gait)：在行走或奔跑中，腿部运动的特点模式，如缓步走或飞跑；见177页。

半乳糖(galactose)：单糖；见179页。

丛猴(galago或bushbaby)：懒猴科的多种灵敏的栖树低等灵长目动物的统称，见于撒哈拉以南非洲；见137页。

加拉帕戈斯群岛(Galapagos Islands)：东太平洋火山群岛。达尔文在那里的动物群区研究导致他的自然选择理论的产生；见15页，86页(巨型海龟)，96页(军舰鸟)。

盖仑(Galen)(130－201)：希腊科学家和医生。他对比较解剖学的兴趣引导他解剖了许多动物。然而，他把研究结果应用到人类解剖学和生物学而导致了许多错误。直到16世纪这些错误一直具有医学权威性。

瘿(gall)：植物的非正常生长，由细胞的增殖和扩大而引起的。瘿可能是由细菌感染(如根癌病)或昆虫袭击(如栎树虫瘿病)引起的。

胆囊(gall bladder)：一个有膜的肌肉囊，与肝连接，能分泌胆汁，储存在肝部。胆汁由胆管导入十二指肠协助消化。

秧鸡(gallinule)：喙和头鲜艳的水禽的统称，4种，属于鹤形目秧鸡科，见于新热带区、北美洲和非洲。

瘿蚊(gall midge)：瘿蚊科小型纤长双翅目飞虫，触角有毛轮。幼虫生活方式差异很大。许多食草瘿蚊使它们食用的植物产生畸形和瘿瘤。

瘿蜂(gall wasp)：瘿蜂科性喜孤独的黄蜂，世界性分布；通常体型很小，以植物为食。产卵和幼虫成长过程在植物组织中引起过度生长，产生保护幼黄蜂的瘿。

猎鸟(gamebird)：作为猎物而遭狩猎的鸟的统称。"典型的"猎鸟包括松鸡、山鹑、雉和火鸡。它们大体上是多肉的鸡形鸟，多数巢居，在地面上摄食；见148页，157页(方框)。

对策论(games theory)：调查动物行为的方法。通过把获得的各种行为选择当成"策略"，好像在游戏中一样，评估哪一个是最成功的或最有益的；见148页，157页(方框)。

配子(gamete或sex cell)：雄性(精子)或是雌性(卵子)的单倍体细胞，受精时接合产生二倍体细胞(合子)，发育成胚胎产生新个体。

配子体(gametophyte)：植物生命周期中产生配子(性细胞)的阶段。与无性的孢子体世代交替。

神经节(ganglion(复数-lia))：一簇包在胶囊内的神经细胞体；见182页。

鲣鸟(gannet)：鹈形目鲣鸟科鸟类的统称，3种，与鲣鸟近缘。大型海洋鸟，翼长而尖，喙长而有力，从很高的地方潜水，以鱼和枪乌贼为食；见91页，93页，95页，96页。

雀鳝(gar)：雀鳝科原始幅鳍鱼，北美洲大型淡水鱼的统称，鳞厚，长吻配有尖齿。这些强壮的食鱼掠食者因毁坏渔网在渔民中不受欢迎；见70－71页。

栀子属(Gardenia)：茜草科热带和亚热带常绿灌木和乔木属。栀子——不是真茉莉——因其花芳香而得到种植。

大蒜(garlic)：百合科草本植物。由鳞茎长成，因其强烈味道用于烹饪。

石灰质荒地上的植物(garrigue)：地中海植物；见205页。

束带蛇(garter snake)：束带蛇属无害的游蛇的统称，尤指北美洲最常见的蛇之一——普通束带蛇。

气体交换(gas exchange)：氧气和二氧化碳通过呼吸结构进行的相互运动或扩散；见180－181页。

腹足类(gastropod)：腹足纲软体动物，约35,000种，有蜗螺、海参、蜗牛、海螺和帽贝；见5页，56页。

原肠胚的形成(gastrulation)：早期动物胚胎中细胞迁移的过程，导致三个不同细胞层的形成(外胚层、中胚层、内胚层)见186页。

印度野牛(gaur)：体形大，褐色到黑色种野牛，小腿显白色。生活在印度南部和印度尼西亚的森林覆盖的山地。

恒河鳄(gavial)：生活在印度大河中的鳄鱼。有极大而苗条的吻，吻上有许多小牙齿，是捕食鱼的理想工具。

瞪羚(gazelle)：俗名，指体小、优美而机警的羚羊，约18种，包括瞪羚属动物。见于非洲、阿拉伯、印度和亚洲东部的开阔地带；见115页，165页，166页，203页。

欧洲甜樱桃(gean)：野樱桃。

壁虎(gecko)：主要是壁虎科小型食虫蜥蜴的统称，600多种，见于热带地区。典型的昼伏夜出动物，眼大，瞳孔纵置。许多在它们宽而圆的趾上有褶皱突起，起吸盘作用，允许它们在光滑的表面倒着行走。

非洲大羚羊(gemsbok)：原产于非洲南部的长角羚羊。侧面有宽而黑的斑纹。

基因(gene)：遗传的基本单位，由DNA分子的线形结构部分组成；见22页。

基因库(gene pool)：生物体的杂交育种群；见16页。

广谱性生物(generalist)：相对非专化的动物，如在摄食方面；见162－163页，164页。

麝猫(genet)：麝猫属小型猫形食肉灵猫科动物，通常有显眼的斑纹或斑点，见于非洲和欧洲南部森林地带；见123页。

遗传漂移(genetic drift)：由于偶然基因突变而引起种群的逐步变化的过程；见16页。

遗传工程学(genetic engineering)：生物技术的分支，遗传物质被控制。

遗传学(genetics)：遗传机理的研究；见22－23页。

染料木属植物(Genista)：主要是豆科地中海灌木，约75种；金雀花三个属之一。一些如达尔马提亚金雀花作为装饰花种植。

基因组(genome)：生物中所有遗传信息；见22页，23页(人类基因组工程)。

基因型(genotype)：生物体的全部遗传构造，包括基因组中全部等位基因，也就是包括未表现出来的隐性基因；见23页。

龙胆(gentian)：主要是龙胆科以生长在高山为主的龙胆属多年生草本植物。因其通常是兰花而受到高山园丁的喜欢；见211页。

属(genus)：科与种间的分类。如能人、直立人(都已绝灭)和智人组成人科(大猩猩，黑猩猩和人类)中的人属；见18页。

地质时期(geological timescale)：地质学家和古生物学家使用的年表；见4－5页。

地质学(geology)：地球的起源、历史、结构和构成的研究。沉积岩的地质研究对推测化石时间很重要(见4页)。大陆漂移的研究对解释地球上生物群种的分布有很大帮助(见8－9页)。

尺蠖蛾(geometrid)：尺蛾科大型鳞翅目昆虫的统称，12，000多种。幼虫和成虫都伪装。幼虫身体细长，仅存最后一对腹足；常伪装成树枝以免被发现。以转圈方式运动，故得俗名"尺蛾"。

老鹳草属植物(geranium)：牻牛儿苗科以温带老鹳草属为主的草本植物的统称，约400种。许多种因果实形状得俗名老鹳草。罗氏老鹳草是种常见的路边植物。

天竺葵属植物(geranium)：常用指有亲缘关系的天竺葵。

沙鼠(gerbil)：鼠科，鼠形窝居啮齿动物的统称，约81种，后肢长，尾长而多毛，见于非洲和中亚的干旱地区。

长颈羚(gerenuk)：红褐色吃草羚羊，颈和四肢长，雄羚角弯曲。生活于非洲干旱的灌木中；见163页。

生殖细胞(germ cell)：为减数分裂分开的一簇细胞(见22页)形成性细胞或配子；见21页，184页。

发芽(germination)：1.种子开始长成幼苗，通常在摄水和从休眠中解脱之后。此词也用于真菌和孢子植物的类似过程，包括从孢子长成真菌丝或蕨原叶体过程。2.籽生植物中花粉被吸收到胚珠中，形成花粉管的过程；见38页，41页。

吵刺莺属(gerygone或flyeater)：雀形目科澳大拉西亚涉禽，19种，通常有迁徙性。

妊娠期(gestation)：胎生哺乳动物中的怀孕期，也就是从受孕到出生；见103页，104页，108页，135页，143页，185页。

鬼脸蝠(ghost-faced bat或moustached bat)：微型翼手目蝙蝠的统称，8种，食虫种分布于热带中美洲和南美洲。别名源于嘴边的毛发。

巨蝾螈(giant salamander)：蝾螈科巨蝾螈属蝾螈，2种。巨蝾螈头和身体宽而扁，现存蝾螈中体型最大的长达2米(6.5英尺)。局限于深山河流的冷水区，一种在中国，另一种在日本。

长臂猿(gibbon)：长臂猿科类人猿，包括9种生活在东南亚和印度尼西亚森林中的长臂猿。已知最大的长臂猿是合趾猿见136页，140页。

希拉毒蜥(Gila monster)：体形大(达60厘米/24英寸)，壮实而颜色鲜艳的蜥蜴，在美国西南部和墨西哥的干旱地区。与众不同的是有毒性，从牙齿的槽中排放毒液。

鳃(gill)：水中用于气体交换的内部或外部呼吸结构；见56页(软体动物)，72－73页(鱼)，79页(两栖动物)，180－181页。

鳃耙(gill raker)：鱼鳃上的结构，从水中过滤浮游生物，如鲭和鲱鱼的鳃耙；见178页。

鳃裂(gill slit)：鱼咽部一个或多个开口，包含在鳃中。

姜(ginger)：姜科热带多年生草本植物。多肉的根茎整个或磨成粉作为调味品。

银杏(gingko或maidenhair tree)：银杏纲现存惟一物种；见30页，38页，39页。

人参(ginseng)：把常春藤科人参和西洋参的根茎和根磨成粉用作兴奋剂。

长颈鹿(giraffe)：撒哈拉以南非洲的偶蹄目喜集群的反刍哺乳动物，最高的陆生动物；见117页，203页。

砂囊(gizzard)：鸟和许多无脊椎动物消化道的一部分，食物在此由机械运动磨碎；见93页，178页。

冰期(glacial period或ice age)：寒冷气候时期，特点是冰帽的生长。在过去100万年间有许多冰期，为较暖的间冰期分开；见5页，10页。

唐菖蒲属(gladiolus)：鸢尾科旧大陆唐菖蒲属多年生草本植物的统称，由球茎长成，约300种。有很多花园培育种。

腺体(gland)：产生分泌物的器官，或由血液(内分泌腺)或由导管(如唾液腺和乳腺)将分泌物传送到需要的地方；见183页。

玻璃蛙(glass frog)：绿骨蛙科树蛙的统称，约65种，在中美洲和南美洲。能够通过透明或半透明皮肤看到其心脏和其他内部器官，在水中有出色伪装本领；见81页。

蛇蜥(glass snake)：欧洲无肢蜥蜴，与慢缺肢蜥近缘，在外观上相似。与其他蜥蜴一样，在被抓时可断其尾(见89页)，尽管有其名，但不会断成数段，尤为注意的是它不是蛇。

小袋鼯(glider)：小型栖树森林有袋目动物的统称。前后肢间有薄且有毛的翼膜，帮助它们在树间滑翔。

滑翔(gliding)：运动方式之一；见72页，79页，84页，104页，134页，137页(方框)，177页。

金莲花(globeflower)：毛茛科多年生球状黄花草本植物；原

产于欧洲、高加索和美洲极地地区。

葡萄糖(glucose)：单糖，植物通过光合作用产生能量的基本来源和动物从植物中得到能量的基本来源；见6页(方框)，21页(细胞中)，31－32页(植物中)，33页(光合作用，方框)，179页(饮食构成)。

甘油(glycerol 或 glycerin)：富含能量的单脂，与脂肪酸一起构成磷质，脂肪的基本成分(见方框，20页)。

糖原(glycogen)：碳水化合物储存在动物肝和肌肉中的形式；见21页，179页。

酵解(glycolysis)：代谢途径，将葡萄糖转换成可以利用的能量形式；见21页。

雕齿兽(glyptodont)：雕齿兽属(或亲缘属)的已绝灭的南美洲贫齿目哺乳动物的统称，存活在各历史时期。与现存的犰狳相似，并有亲缘关系，但一些体形巨大；见99页，106页。

蚋(gnat)：此词与蠓含义相似，常互换。

买麻藤植物(gnetophyte)：见30页，39页，40页。

买麻藤属(Gnetum)：见34页，39页。

山羊(goat)：俗名，指山羊属和山羊亚科(也包括绵羊)亲缘属的各种善走山路的、机警的牛科哺乳动物，如北山羊；见114－115页，205页，212页。

山羊鱼(goatfish 或 redmullet)：羊鱼科鲈形目海洋鱼的统称，见于热带和暖温带世界各地海洋中。常颜色鲜艳(绝大多数为红色)，颏部有两条鱼须，用来在沙或泥中探查无脊椎猎物。重要的食用鱼。

虾虎鱼(goby)：虾虎科鲈形目鱼的统称，约800种，见于各海洋中，尤其是沿岸和潮间带水域；一些生活在咸水中，一些是淡水鱼。小鱼，长度多数是2－5厘米(约1－2英寸)，头圆尾锥形。腹鳍在头部后面的肚皮联合形成一个吸盘。

塍鹬(godwit)：塍鹬属长腿涉水禽的统称，4种，世界性分布。与有亲缘关系的鹬不同，长喙用于水下搜寻；见97页(方框)。

金猫(golden cat)：褐色到灰色的猫科动物，黑色斑纹，长腿。生活在非洲森林和矮树中。

草蛉(golden eye)：绿草蛉成虫。

金鼹(golden mole)：食虫目金毛鼹科哺乳动物的统称，18种，生活在非洲南部和中部。均为穴居，以蚯蚓和其他无脊椎动物为食；见120页，121页。

金猴(golden monkey)：仰鼻猴属旧大陆疣猴，两种(见139页)。栖息在中国中部和西部山林中，有金色毛鬃和橘黄色爪。

一枝黄花属(golden rod)：菊科黄花属，共约120种，多年生灌木的统称，主要生长在美洲。

金翅雀(goldfinch)：分布在北美及古北区的5种色彩鲜明的黑黄相间的雀科鸣禽的统称。

金鱼(goldfish)：鲤科中的一小部分鱼类，原产欧洲东部及俄国，现主要为水族馆观赏鱼类，有许多变种。

高尔基体(Golgi apparatus)：真核细胞内的一种细胞器官；见20页(方框)，21页。

花金龟科大甲虫(goliath beetle)：圣甲虫科圣甲虫属金龟子的统称，栖息于非洲热带地区，是最大最重的昆虫。

嵌齿象(gomphothere)：与现在存活的大象近缘的长鼻哺乳动物，但已灭绝；见108页。

生殖腺(gonad)：在动物中，产生配子的器官，即精巢与卵巢。

冈瓦纳大陆(Gondwanaland)：一古大陆；见4页，8－9页。

雁(goose)：雁形目鸭科种类多样的鸟类的统称，但雁与鸭(同属鸭科)的分界并不明显。普通雁约有14种，只集中栖息于北半球，雁体大且食草；见91页，95页，96页，97页(方框)。

醋栗树(gooseberry)：虎耳草科矮小针叶灌木的统称，因其果实而在温带地区广泛培植，果实通常在成熟前摘取；见43页。

喜马拉雅斑羚(goral)：活动敏捷的偶蹄动物，与山羊相似，有浅黄或红褐色的长毛，角黑且小，出没于中亚及亚洲南部多树的陡峭山区。

大猩猩(gorilla)：一种非洲中部的食草大型类人猿，灵长目的最大种，是除黑猩猩外与人类最近的缘动物；见136页，140页，141页，155页，178页，228页。

金雀花(gorse)：豆科金雀花属共约15种针叶灌木的统称。金雀花又叫荆豆，生长于非洲西北部的酸性草场。

苍鹰(goshawk)：共18种较大的鹰的统称，全球栖息，优雅的灰褐苍鹰，栖于古北区西部，猎鸟及野兔；见93页，209页。

攀鲈(gourami)：鲈形目丝足鱼科的惟一种，体重淡水鱼，分布于东南亚地区，腹鳍的一条延长成为长的细线。其他一些与攀鲈近缘的鱼类也叫此名。

葫芦(gourd)：葫芦科几种植物的果实。在热带，葫芦多作为食物(如西印度葫芦)或工具。

黑羽椋鸟(grackle)：6种较大的美洲拟椋鸟的统称。它们为群居鸟，有些已栖息于都市。

渐进性(gradualism)：达尔文提出的进化过程(见13页)。作为自然选择的结果，物种在进化的过程中会出现渐进的变化。

嫁接(grafting)：(植物中)把植物的一部分(移植物)接入另一种植物(树茎)中，由此长出枝条。这一技术被广泛用于园艺来使两种不同变种的最大优点得以结合(如抗病性及果实的形状)。

食草动物(graminivore)：吃草或谷物的动物。

葡萄(grape)：葡萄藤的果实。

葡萄柚(grapefruit)：一种常绿柑橘类植物果实，据悉是由芦荟的秧苗发育而来的；现为重要的有经济价值的作物(特别在美国)。

麝香兰(grape hyacinth)：百合科，麝香兰属多种植物的统称，麝香兰簇形花小，似葡萄，呈蓝色，被广泛种植。

葡萄藤(grapevine)：葡萄属几种藤类植物的统称(特别是酿酒葡萄)，其果实主要用于酿酒；见43页，45页，46页。

笔石(graptolites)：已灭绝的海洋动物，被认为与水螅虫或玉钩虫近缘，它们骨骼的残骸可用于辨别岩石的年代；见5页。

禾草(grass)：早熟禾科共约9000种单子叶植物的统称，许多热带及温带地区都由草场覆盖；见45－46页(生物学)，202页(热带草场)，206页(温带草场)，212页(人工草场)，229页(害草)。

草场(grassland)：广阔的地区，主要由禾草类植物覆盖；见202－203页，206页，212页，229页。

翠青蛇(grass snake)：游蛇属游蛇，这些蛇大部分时间在水中度过。

向力性(gravitropism)：植物对重力反应的能力；见33页。

茴鱼(grayling)：茴鱼亚科的4种蛙类鱼的统称，栖息于北半球的淡水中，有着独特的脊鳍。

眼蝶(grayling)：眼蝶亚科蛱蝶的统称，栖息于欧洲，幼虫以草为食。

放牧(grazing)：一种觅食草料及其他地表植被的方式；见99页(早期哺乳动物)，104页(袋鼠)，108－117页(有蹄哺乳动

物)，132页(兔等)，142页(海牛目动物)，163页，171页，202－203页(热带草场)，206页(温带草场)，209页(北方森林)，210页(苔原)，212－213页(家畜)，218页(淡水生态系统)。

鸊鹈(grebe)：鹳形目鸊鹈科，20种善俯冲及游泳的鸟类的统称，大多数栖息于河流、湖泊及海中，长颈，短尾。凤头鸊鹈有簇耳，在求偶中展示；见90页，91页，93页，94页，95页，155页(方框)。

绿藻(green algae)：绿藻纲中单细胞藻类或海草的统称；见34页，221页。

嫩菜豆(green bean)：所有可食的绿色菜豆，如法国菜豆及红花菜豆。

金翅雀(greenfinch)：4种群居雀的统称。最普遍的是经常能在花园及公园中见到的古北西区金翅雀。

青梅(greengage)：被认为是布拉斯李树与欧洲李树的杂交品种，呈绿色。

温室效应(greenhouse effect)：二氧化碳及多种其他气体在大气中聚集的过程，由此导致全球气候变暖；见201页，203页，205页，209页，211页，224－225页。

六线鱼(greenling)：六线鱼科北太平洋海鱼，共9种，与蝎近缘。有些六线鱼在侧腹部有六条侧线感知器官，一些在中东有着经济价值。

青足鹬(greenshank)：一种鹬科涉水鸟，体大，身细，腿长，呈绿色。身体总为平卧式。栖息于旧大陆及澳大利亚的沼泽中。

群居的(gregarious)：(动物)由于不同的社会关系而形成群体。

长尾鳕(grenadier或rat-tail)：长尾鳕科共260种深海鳕鱼的统称，头与身体小但强壮，尾细且长。

灰狐(grey fox)：一种灰色犬科动物，生活在北美、中美及南美北部的森林及灌木丛中。

灰鲸(greywhale)：一种鲸科须鲸鱼类，这一科的惟一物种，生活于太平洋北部沿岸水域；见145页，171页。

兀鹫(griffon)：兀鹫属5种分布于旧大陆秃鹫的统称，格烈芬兀鹫直立有1米(39英寸)多高。

灰熊(grizzly bear)：一种棕熊的亚种；见128页，229页，233页。

刷拭(grooming)：对于身体表面的保护，如鸟类或哺乳动物通过清理并采用防水法整理羽毛以及清除寄生物来修护自身羽毛或皮毛。在营社会生活的物种中，如许多灵长动物，相互刷拭是加强群体及家庭关系的主要方法；见93页，108页，139页(方框)，141页，155页。

蜡嘴鸟(grosbeak或cardinal)：雀形目，红雀族共42种鸟类的统称，与鹀近缘。是分布在美洲的小鸟，与鹀相像但喙更强壮以便用来压碎树籽；见209页。

步甲(ground beetle)：伪甲鳞科共12,000种甲虫的统称，全球分布。体色暗，大小不等，多生活在石头及圆木等的下面，善跑，捕食其他昆虫或以腐肉为食。

羊角芹(ground elder,goutweed或bishop's weed)：伞状花科多年生草本植物的统称，叶似羊角，爬行根茎。分布在欧洲及亚洲温带地区，是不调落的园林草。

欧亚活血丹(ground ivy)：薄荷科,一种多年生攀伏草本植物，原产于欧洲、亚洲及日本。

千里光属植物(groundsel)：一年生或过冬种植草类的统称，与乔木类似。

黄鼠(ground squirrel)：松鼠科掘地小栗鼠属、羚黄鼠属及牛毛地松鼠属鼠类的俗称，它们是地栖，长尾，似松鼠的啮齿目动物，主要生活在北美、非洲及亚洲北部；见133－134页，206页。

松鸡(grouse)：雉鸡科11种典型猎鸟的统称，栖息于北半球开阔地，在冬季，喙及脚都生毛，雄性松鸡在求偶地昂首阔步，突出喉部的气囊来吸引雌性松鸡；见91页，94页，97页(方框)；213页。

生长(growth)：植物32－33页，动物51页，186－187页，节肢动物58页，昆虫60页，62－63页，甲壳纲66页，鱼类74页，两栖类80页，81页，龟类85页，鸟95页，哺乳动物100页，单孔类动物102页，有袋类动物103页，大象108页，蝙蝠119页，食昆虫类120页，熊128页，啮齿类134－135页，186－187页，灵长目136页，鲸类144页。

蛴螬(grub)：一种昆虫幼体，身体厚且软。

横须髭鲷(grunt)：鲷科鲈形目共约175种鱼类，主要产于大西洋、印度洋及太平洋，它们外形与笛鲷相同，一些小型鲈鱼有着厚重的嘴唇。

恐蠊(grylloblattid或ice bug)：恐蠊科所有外翅目昆虫的统称，共有16种，生活于北美、西伯利亚及日本高山地区。它们是杂食动物，喜欢0℃(32°F)左右的温度，与蟋蟀、蟑螂习性相同，可能是这些昆虫祖先的残留种；见61页。

黑耳石羚(grysbok)：石羚属2种小型羚羊的统称，红褐相间，食草，有小角，生活于非洲南部的森林及灌木丛。

冠雉(guan)：凤冠雉科，共22种树栖鸟类，其中包括库拉索鸟。它们分布于中美及南美的森林。

南美野生羊驼(guanaco)：骆驼科反刍偶蹄目哺乳动物，与旧大陆骆驼近缘，是驯养的驼羊及羊驼的野生祖先。

鸟嘌呤(guanine)：DNA分子中的4种核苷酸碱基的一种；见22页

鸟粪(guano)：蝙蝠类及食鱼海鸟类的干排泄物，通常用于肥料；见119页。

保卫细胞(guard cell)：保卫气孔的细胞，共2种；见31页(方框)。

番石榴(guava)：桃金娘科热带及亚热带灌木的统称，因其清香可食用的果实而被种植。

鮈(gudgeon)：淡水鲤，体小，广泛栖息于欧洲，有感受触须位于下弯嘴部位，在水底觅食；欧洲一些地方食用这种鱼。

荷兰绣球花(guelder rose)：一种有白色管状花朵的丛生灌木，在欧洲北部森林与栅篱中广泛生长。

长尾猴(guenon)：长尾猴属分布于旧大陆的20种长尾猴的统称，杂食，体色鲜艳，广泛生活在撒哈拉地区。普通种长尾猴体色繁多，而且根据不同地域分别分布着绒猴、翠猴及绿猴；见139页，148页，153页。

海鸟(guillemot或murre)：5种大海雀的统称，长45厘米(18英寸)，喙直且尖，栖息于古北区；见97页(方框)。

珠鸡(guinea fowl)：珠鸡科6种猎鸟的统称，栖于非洲的开阔森林中，冠头珠鸡是现在家养珠鸡的祖先。

鸥(gull)：鹳形目鸥科共约50种海鸟的统称，体壮，有强健的蹼足，栖于全球的海岸线及广阔的内陆水域；见157页。鸥通常为白色，身上斑点多有变化，喙有力，用来筑巢；见17页，91页，96页，148页(方框)，154页(方框)，213页。

囊喉鱼(gulper)：囊喉鱼科及宽咽鱼科共6种深海鳗鱼的统

称。这些鱼变化很大，骨骼变小，没有腹鳍，大幅度扩展出的颚使它们能吞食比它们大的食物；见221页。

树胶(gum)：一种植物分泌出的浓而且可溶于水的物质(通常用来制合成糖)，经常存在于特殊的感知细胞(如李子树的树干)。

胶树(gumtree)：用来指桉(树)属植物及各种其他产胶的树木。

栉趾鼠(gundi)：栉趾鼠科5种小啮齿动物，尾长且有毛，生活于北非或非洲南部的干旱多岩地区。

锦鳚(gunnel)：鳚科共13种鲈形目海鱼的统称，栖息在北太平洋及北大西洋地区。

虹鳉(guppy)：一种原产中美及南美地区的小型卵胎生鱼，现已广泛养殖，部分因为可以用来控制传播疟疾的蚊子，虹鳉以蚊子幼虫为食。虹鳉多产并且是受人喜欢的观赏性鱼类；见74页。

肠群(gut flora)：一种共生微生物有机体，用来帮助许多动物完成消化过程；见169页。

杜仲胶(gutta-percha)：东南亚及印度尼西亚出产的乔木，内含似橡胶的胶乳，可用来造绝缘电缆及制成高尔夫球。

裸子植物(gymnosperm)：种子植物，但种子不被包在子房中；见38－39页，与被子植物相对。

丝石竹属，石竹科石竹属(Gypsophila)：共约125种草本及低矮灌木的统称。生长在欧亚、埃及与澳大利亚。

舞毒蛾(gypsy moth)：毒蛾科鳞翅目昆虫的统称，其幼虫对温带地区多种乔木有严重危害。

白隼(gyrfalcon)：在北部苔原地区分布的大隼；211页。

生境(habitat)：有机体的生存环境，如森林、水、草地等，生境能够再分成微生境，如腐木、池泥、树干等。

形成习惯(habituation)：在动物学习过程中，如果外界刺激不断重复而没有强化，对其刺激的反应就会减弱，如食物刺激或疼痛刺激；见150页。

超深渊带(hadalzone)：一种海洋区域；见220页。

黑线鳕(haddock)：北大西洋鳕鱼。每个鳍上都有一个黑斑，因此与普鳕有些不同。

鸭嘴龙(hadrosaur或duck-billed dinosaur)：鸭嘴龙属双足鸟脚亚目食草恐龙，有蹼足，半陆半水栖。

海克尔，欧内斯特(Haeckel，Ernst)(1834－1919)：德国生物学家，他关于比较胚胎学的工作为进化论提供了重要的证明。

血腔(haemocoel)：节肢动物及许多软体动物腔体，通过这个腔体，血液循环，给各个器官及纤维提供养分；见59页，181页。

血清蛋白(haemocyanin)：在软体动物及壳纲动物血液中的呼吸色素。

血红蛋白(haemoglobin)：在脊椎与无脊椎动物血液中的呼吸色素；见73页，96页(方框)，180页。

盲鳗(hagfish)：盲鳗科无颚鱼的统称，仅有20种，在大量的类鳗海洋鱼中只占一小部分。主要栖于海底，以寄生、捕食其他海洋生物或食已死和将死的鱼肉为生；见70页，75页。

无须鳕(hake)：鳕鱼科共7种温带深水鱼类的统称，与鳕鱼有近缘关系，但身体更长，颚更大并有强硬的牙齿。

庸鲽类(halibut)：鲽形目鲽科18种比目鱼的统称，其中包括大西洋庸鲽，是比目鱼最大种，长达2.5米(4英尺多)，重300千克(661磅)。

海蜥鱼(halosaur)：海蜥鱼科共15种深海鱼类的统称，另外还包括同目的在所有海域均有的1种刺鳅。它们与普通鳗近缘，幼鱼都很狭长(见74页)。

平衡棒(haltere)：棒状器官，由原来的后尾转变而来，使双翅目昆虫在飞翔时保持平衡。

阿拉伯狒狒(hamadryas)：出没于非洲及阿拉伯北部的一种狒狒。前身大部分覆盖着银色的毛；见139页。

金线梅科(Hamamelidae)：一种双叶植物亚纲；见40页，45页。

槌头双髻鲨(hammerhead)：鲨科共10种，以捕食其他生物为生的海洋鲨鱼，栖息于全球的温带及热带地区，头向侧面伸展，成锤形，眼睛位于外缘，最大种可达6米。

锤头鹳(hammerhead)：鹳形目锤头鹳科的惟一种，这种非洲褐色小型水鸟与鹳有着相似的强健的小型喙。

仓鼠(hamster)：鼠科，共24种，短尾，似鼠，冬眠的小型啮齿目动物的俗称，广泛生活在欧亚干草原上。

单倍体(haploid)：每个染色体只有一个复制体，与在性细胞及植物配子体阶段的情况相似；见22页。

硬水(hard water)：无机盐离子高度集中的水；见218页。

硬材(hardwood)：宽叶树的木材(橡树、胡桃木、柚、桃花心树等)比针叶软材的木质好；主要用来制作家具，及建筑用材等；见45页。

野兔(hare)：兔科兔属的所有兔形哺乳动物的统称，如雪兔及北冰洋兔。与兔相比，野兔喜独自行动，生下的幼子全身有毛且马上就能活动，生活在地表凹地(不是穴)。长耳大野兔为兔属；见132页，172页(方框)。

一雄多雌(harem)：一种长期或暂时的社会组织形式。由单一雄性及数位携带幼子的雌性动物组成(如斑马及大量灵长目动物)；见158页。

扁豆(haricot bean)：豆科，豆荚的栽培品种。其种子成熟后可贮存或制成烘豆。

鹞(harrier)：鹞属，12种长尾长翼的鹰类统称，栖息于全球。北半球的白头鹞飞行高度较低并且速度较慢，被归为较小的爬行类动物和哺乳动物；见217页。

灰短趾鹞(harrier-eagle)：身形中等，生活在非洲的密灌丛林。其显著特点为尾短。

鹞鹰(harrier-hawk)：鹳形目鹰科2种灰蓝色猛禽的统称，生活于撒哈拉南部及马达加斯加。

麋羚(hartebeest)：偶蹄目，麋羚属动物的统称。共2种，黄褐色或红褐色，角长呈弯曲状。生长于非洲草场及树林。

羊齿植物(hart's-tonguefern)：水龙骨科，一种长绿蕨类植物，叶子窄而且不分裂，原产于欧洲及亚洲。

收割蛛(harvestman)：盲蛛目，类似蜘蛛的蛛形动物的统称，足细长，常见于草场及热带和温带植被。晚夏时节数量众多，收割蛛也因此得名。

巢鼠(harvest mouse)：鼠科巢鼠属，数种啮齿目鼠类动物的俗名，主要生活于草地及玉米地。包括欧亚种巢鼠；见135页。

斧头鱼(hatchet fish)：胸斧鱼科，与脂鲤近缘，包括9种体高、侧扁的淡水鱼，分布于中美洲及南美洲。它们以大的胸鳍拍击，能够短距离飞行。

斧头鱼(hatchet fish)：星光鱼科体高侧扁的深海鱼类的统称，共27种。银色，沿体侧下缘有成行的发光器。

鹰(hawk)：鹳形目，鹰科小型至中型猛禽的统称，尾长，翼尖，腿无毛，直线飞行且速度快；见96页，97页。

天蛾(hawk moth 或 sphinx moth)：鳞翅目天蛾科昆虫的统称。体大，共有1000余种，生活在全球，飞行迅速，喜在花上盘旋；见166页，167页。

山柳菊(hawkweed)：雏菊科，山柳菊属多年生草本植物的统称，共15,000余种，生长于北半球。

山楂(hawthorn 或 may)：蔷薇科山楂属北温带乔木或灌木植物的统称，共200余种。多刺，花期时，灌木布满花朵极具观赏价值。粉山楂是平滑山楂的变种。山楂果实多为红色、黑蓝及黄色。

榛(hazel)：1.桦木科桦木属，15种北温带灌木或乔木的统称。见42页，43页。2.毛茛属冬榛,一种亚洲灌木，因其春天开出的类似柔荑花序的花朵而被广泛栽培。

听觉(hearing)：基本感知的一种，对于昆虫和脊椎动物来说分辨声音的能力是有限的；见191页，73页(鱼类)，80页(两栖类)，88页(爬行类)，97页(鸟类)，98页(哺乳动物)，118页(蝙蝠)，124页(猫科动物)，144页(鲸)。

心脏(heart)：一种体内的特别构造。通过心脏，血液可以被传输到身体各个部位。

心材(heartwood)：木材的中心位置，木质较老，不再能产生树液，通常与糅酸及其他物质相混合。

蛱蝶(heath)：眼蝶亚科,多种蛱蝶类昆虫的统称，遍布全球。幼虫以草为食。

帚石楠(heather)：杜鹃花科，主要分布于欧洲，低矮的常青灌木，花紫色，生长于酸性土壤如荒野或沼泽，蜜蜂可采蜜于此。帚石楠的许多品种被栽培，其花朵及叶子颜色各异，见43页，209页（方框），219页。帚石楠沼泽见213页，229页。

轮生叶欧石楠(heather)：杜鹃科，一种类似帚石楠的植物。

欧石楠丛生的荒野(heathland)：主要由低矮灌木(杜鹃花科)遍布的地区。特别用来指欧洲西北部的低地，其中石楠丛生；见205页，213页。

赫柏(Hebe)：一种新西兰属主要的常绿灌木及低矮乔木植物的统称，与婆婆纳属植物有亲缘关系。许多品种为观赏植物。

猬(hedgehog)：17种食虫目猬科哺乳动物中12种的俗称，另外5种叫做刺毛鼠猬。猬的最大特征为全身覆盖有刺。猬以各种植物及动物为食。它们广泛生活在欧洲、亚洲及非洲，在分布区域寒冷的地方猬可能会冬眠。

天芥菜属(heliotrope)：紫草科天芥菜属热带及温带草本和灌木植物，共约250种。

耐寒天芥菜(heliotrope)：雏菊科，一种地中海地区的多年生草本植物。

太阳虫(heliozoan)：一种淡水原生动物，没有外壳但有时具有含硅的骨骼。它们以滚动式移动并以伪足捕食。

螺旋(helix)：一种螺旋形结构。人体脱氧核糖核酸DNA的结构是双螺旋形的。

阿勒格尼隐鳃鲵(hellbender)：一种北美蝾螈，与巨形蝾螈同科。

鹿食草(hellebore)：毛茛科铁筷子属多年生草本植物的统称，共约20余种，生长于欧洲及西亚。黑儿波和四旬斋蔷薇是大受欢迎的园林植物。

嘘根草(helleborine)：指一些欧洲兰花，火烧兰属及头蕊兰属的花朵与鹿食草特别相似。

半阴茎(hemipenis)：一对圈状组织的一个，在蛇及蜥蜴的体内通常有刺样的骨突，骨突位于泄殖腔附近。在交配过程中，一个半阴茎进入雌性泄殖腔并导入精子。

半翅目昆虫(hemipteran)：包括半翅目中的所有外翅类昆虫，其中为人熟知的有60,000种，最明显的特征是穿透式吸管样嘴部。它们中一些是破坏植物的害虫，一些是吸血虫，并传播动植物疾病。它们中有些生活在水里，但大部分生活在陆地上。半翅目昆虫在全球广泛分布并被分成两类，同翅目昆虫及异翅目昆虫；见61页。

毒芹属植物(hemlock)：伞形科生长于欧亚的两年生草本植物。生长在潮湿地区并且有剧毒。

铁杉(hemlock spruce)：松科铁杉属针叶树的统称，约10种。原产于北美洲及亚洲南部和东部。碾碎的叶子味道与毒芹属植物相似；见39页。

天仙子(henbane)：茄科，生长于欧亚及北部非洲，味浓，一年生植物。

亨尼希，威利(Hennig，Willi)(1913－1976)：德国动物学家，公认的系谱分类学歧序分类学派的主要奠基人；见18页。

獐耳细辛属(Hepaticae)：由地线组成的苔藓类植物。

食草动物(herbivore)：所有以各种植物为食的动物。

大力士甲虫(hercules beetle)：金龟子科，一种分布于中美及南美洲的金龟子甲虫，体长约有15.5厘米（6英寸），是世界上最大的昆虫之一。它的长度主要来自身上的一对长而且相对的角，其中一支在头上，另一支在前胸。

聚集成群(herding)：哺乳动物的习性，最终构成了社会群体，共同防犯，抵御外敌；见108页，110页，112页(方框)，167页，171页。

雌雄同体的(hermaphrodite或bisexual)：同时具有雄性及雌性生殖器官的个体，在植物(见42页)及无脊椎动物(见184页)中较普遍。

寄居蟹(hermit crab)：甲壳纲十足目动物。属陆寄居蟹科和寄居蟹科;由于腹部柔软，必须借用软体动物外壳保护自身；见67页，169页。

鹭(heron)：鹳形目鹭科鸟类的统称，共38种。其中包括白鹭及麻雀；鹭分布全球，作为长足涉水鸟，鹭飞行时脖颈弯曲成S型。它们用长而尖的喙来捕食鱼类及两栖类动物。苍鹭广泛栖息在北半球；见91页，93页，97页(方框)，217页。

鲱(herring)：鲱形目鲱科鲱属鱼类的统称，共有两种大西洋鲱及太平洋鲱，它们背部呈亮蓝色，肋部为银色(有时为金色)。在夏季，在海岸上聚满了鲱蛋，它们会到浅水中产卵并以浮游生物为食。鲱的天敌是大多数体形稍大的海洋脊椎动物及各种海鸟。鲱属浅水鱼类，被人类大量捕食。

黄昏鸟(Hesperornis)：见90页。

赫斯，哈里(Hess,Harry)：美国地质学家，创立了板块构造学说；见8页。

异翅(亚)目的(heteropteran)：所有异翅亚目的半翅目昆虫。这些昆虫的主要特点是：前翅厚，上有一点状膜，前翅交迭位于腹部。大部分半翅目昆虫以各种植物为食，它们当中许多是主要的害虫，其他一些以吸血或捕食其他昆虫为生的。一些科类昆虫是水栖的，基本以上其他昆虫或腐物为食。

异甲目动物(heterostracan)：见70页。

异养生物(heterotroph 或 consumer)：包括许多细菌、原生生物(见24－27页，34页)、真菌(见35页)及全部动物在内的所有有机体。这些有机体不能把简单的无机分子合成复杂的有机化合物，因此必须通过摄取和分解其他有机物质获得养料。

所有异养生物都得完全依靠自养生物或自养有机体——主要是各种植物；见194页。

杂合的(heterozygous)：在一个基因的两个复制品中有不同的等位基因；见23页。

六足节肢动物(hexapod)：有六只足的节肢动物，这一名称是用来对昆虫再分类的，把一些无肢的或无翅的类别与其他类昆虫区分开来；见60页。

冬眠(hibernation)：休眠现象的一种(主要表现为减少活动，降低新陈代谢)，常见于一些陆栖动物，是对冬季不利的外界环境的一种适应；见175页，119页(蝙蝠)，120页(猬)，128—129页(熊)，134页(松鼠)。

木槿(hibiscus)：锦葵科木槿属所有生长在热带、亚热带和温带的约250种草本、灌木及矮小乔木的统称。其中一些具经济价值，许多为观赏性植物。

山核桃木(hickory)：山核桃属北美高大乔木的统称，如小糙皮山核桃木及滑皮山核桃木。其坚硬富有弹性的木料可用来作工具的把手。

级系(hierarchy)：在社会性动物中，级系是一种获得主要资源(如食物或配偶)能力的排序。级系制度的构成和严格程度，由于物种的不同而差别极大。在一种级系制度下的级别排序(如领导及从属地位)多通过侵略行为得以建立，并且通过各种展示如妥协或谦逊而最终得以巩固；见141页，153页，154页(方框)，157页(方框)。

河马(hippopotamus)：偶蹄动物河马科两种非反刍类哺乳动物。其中一种为身高体大普通类河马，它们为两栖类，喜群居，食草，生活在非洲沙哈拉地区；另一种为生活在非洲西部丛林中的矮小河马。

贮藏财物(hoarding)：关于贮藏财物的战略，或集中贮藏或散存在一个地区；见88页，132页，163页。

麝雉(hoatzin)：一种杜鹃鸟，体大且笨重，栖息在南美洲北部丛林，以树叶为食。外表酷似杜鹃鸟，头顶有小簇鸟冠。幼麝雉的翅上有爪，可以用来攀爬树木。

燕隼(hobby)：隼属隼，共4种，分布于旧大陆。它们善飞翔，而且是出色的猎手；见96页。

猪鼻蝠(hog-nosed bat或Kitti's hog-nosed bat)：一种微小蝙蝠，是这一科中惟一的种类。1973年最早发现于泰国。成年猪鼻蝠与野蜂同样大小，体重约2克(1/4盎司)，是现知最小的哺乳动物。

猪草(hogweed,cow parsnip或keck)：伞形科，生长于旧大陆的一种两年生草本植物。叶子为食草动物美食。豚草,分泌一种树液，在阳光下易使人皮肤产生过敏现象并生水疱。

全北区的(Holarctic)：由古北区和新北区组成的动物区系；包括北美洲，欧洲及亚洲的大片地区(见地图，50页)

冬青(holly)：冬青属，约400余种的常绿乔木及灌木的统称，广泛生长。欧洲冬青叶片深色，多刺，结亮红色浆果，多作为圣诞树。

似冬青植物(holly)：多种叶片似冬青植物，如海滨刺芹。

蜀葵(hollyhock)：锦葵科蜀葵属高大草本植物的统称。蜀葵有许多种被栽培供人们观赏。

全新世(Holocene epoch)：一个从10,000年前开始至今的地质时期；见4页。

体内平衡(homeostasis)：有机体面对外界条件变化而采取的一种积极保持体内状况不变的趋向。

人科动物(hominid)：所有类人猿，不但包括人类及其已灭绝的祖先，而且还包括大猩猩和黑猩猩；见5页，141页。

恒温的(温血的)(homoiothermic或endothermic)：通过体内新陈代谢产生的能量来调节体温而不受外界温度变化影响的情况。鸟类及哺乳类均为恒温动物；见87页，93页，98页(方框)，102页(方框)，106页，109页，142页。

同种异体的(homologous)：指一器官或另一结构源于一种普通的进化原型；见14页。

同源染色体(homologous chromosomes)：在减数分裂(见22页)时，两两配对的形状、大小和结构都相同的染色体。同源染色体中一条来自父本，另一条来自母本。

同翅(亚目)昆虫(homopteran)：同翅亚目中的所有半翅昆虫，它们外型各异，但身长相同，前翅构成相似。这一类昆虫包括沫蝉、角蝉、叶蝉、知了、粉虱、蚜虫及介壳虫。

纯合的(homozygous)：某一基因两个等位基因相同的。

缎花(honesty)：十字花科,一年生草本植物的统称。果实呈圆盘状，白色，大而薄，适于插花。

蜂蜜(honey)：植物的花蜜或甜汁(见64页)经蜜蜂采集、酿制而成的金褐色胶状液体，贮存于蜂巢中，是蜜蜂的主要食料。

蜜蜂(honeybee)：营社会性生活，世界各地分布。一些特别种类经挑选被饲养，用来提高蜂蜜产量(进攻性越强的蜜蜂采蜜越多)。另外一些驯良品种也得以保留下来；见63页，64页，153页(方框)，161页。

细嘴食蜜小鸟(honeycreeper)：热带美洲5种唐纳雀的统称，其喙锋利且下弯。

美色食虫鸣鸟(honeycreeper)：管舌鸟类中30种夏威夷雀形目鸟类的统称，树栖，喙与体形大小各异，或食树籽或食花蜜(见方框，16页)。其中某些种正濒临灭绝。

蜜露(honeydew)：同蚂蚁有共生关系的蚜虫所分泌出的含糖分的液体；见65页，169页。

蜜雀(honey-eater)：雀形目，蜜鸟科共180余种鸟类的统称。栖于树木，最大特点为其舌状如刷且有深裂。蜜雀常见于非洲、澳大利亚及太平洋南部地区，以花蜜及昆虫为食。

蜜环菌(honey fungus)：一种真菌，能导制乔木、灌木及草本植物根腐烂。鞋带状菌根使其在土壤中蔓延。

向蜜鸟(honey guide)：鴷形目,向蜜鸟科共17种小型鸟类的统称，生活在亚洲及非洲的热带丛林。向蜜鸟与蜜獾(见169页)有共生关系，而且将卵产于其窝内由蜜獾孵化及喂哺(见168页)。

长吻袋貂(honeypossum,long-snoutedphalanger或noolbenger)：蜜鼯科，体形小，似鼠的澳大利亚有袋类动物的统称，四肢善抓爬，尾能卷缠，鼻长，舌前端呈刷状，食花蜜及花粉。

忍冬(honeysuckle)：忍冬科忍冬属共约200种灌木及攀缘植物，产于温带北部地区，花香，可供观赏。

蹄(hoof)：由一种特殊的较坚硬的角质层所构成，用来覆盖和保护有蹄动物的脚趾端；见110页(方框)。

钩虫(hookworm)：各种食血类寄生蛔虫，是引发人体疾病的一个重要病源。

戴胜(hoopoe)：戴胜目的惟一种，主要分布于非洲及古北区，栖于地面。戴胜有粉红、黑及白色，冠大，竖立，喙长，用来采食昆虫幼体；见91页。

葎草(hop)：大麻科，一种一年生或多年生攀缘草本植物，雌花穗用于酿造啤酒，使其带苦味。葎草树脂气味特别。

跳虫(hopper)：所有跳跃行进昆虫的俗称，特指蝗虫的幼虫。

白夏至草(White horehound)：唇形科多年生草本植物的统称，生长于欧亚大陆及非洲北部。

黑夏至草(black horehound)：与白夏至草同科，多年生草本植物的统称，生长在欧亚大陆。

水夏至草(water horehound)：唇形科草本植物的统称，生长在欧亚大陆。

激素(hormone)：由内分泌腺体细胞分泌的有机物质。由血流传带影响体内其他细胞的活动；见183页。

角(horn)：一种主要由角质构成的纤维物质，形成一些动物头上坚硬的突起，如牛角(见114页)。

鹅耳枥(hornbeam)：桦木科，鹅耳枥属共约35种灌木与乔木的统称，生长在北温带及中美洲。欧洲鹅耳枥的坚韧木材常被用来制作机床或工具把柄。

犀鸟(hornbill)：犀鸟目，共56种鸟类的统称，身细长，长睫毛及长尾，喙大且下弯，用来压碎昆虫与果实。犀鸟大多生活在旧大陆，树栖，但有些在地面筑巢而且体形高大。南部地犀鸟高1米(39英寸)。许多犀鸟的巢居习性非常有趣，雌鸟伏居巢内孵卵育雏，由雄鸟通过细小入口喂食。

灶鸟属(hornero)：共有7种灶鸟，似鹪，巢炉灶状，用泥土和草筑成。

大黄蜂(hornet)：有棕色及黄色相间斑纹的欧洲黄蜂，营社会性生活，体大，常筑巢于空树洞中。

角尾树蜂(horntail或woodwasp)：树蜂科所有叶蜂的统称，体大，醒目，全球分布。雌蜂用坚硬的产卵器在硬木树上钻一孔并产卵其中，幼蜂在树内钻孔道，食木质生长。

角苔(hornwort)：苔纲角苔科的所有植物；见37页。

马(horse)：马科两种奇蹄哺乳动物的俗称：现有的马的祖先据悉是已绝种的欧洲野马及现存惟一野种普氏马。马这一词广义上泛指这一科所有成员，如驴和斑马；见9页，111页，154页(方框)。

马栗(horse chestnut)：树盖茂密，有美丽的顶生花序，原产于欧洲巴尔干地区，现被广泛栽培，属观赏性植物。

虻(horsefly)：虻科,双翅目昆虫的统称，体粗壮，身型中等或宽大不等，遍布全球，所知数量共有2000余种。活动于温暖的白天，飞行速度快。雌虻吸食牛、马及人血，是一些热带疾病的传播媒介。

辣根(horseradish)：十字花科多年生温带草本植物的统称。因其根含芥油，辛辣而被广泛种植。

菊头蝠(horseshoe bat)：菊头蝠科中的小菊头蝙蝠的统称，共有50余种，广泛生活于旧大陆，特别是热带地区，以昆虫为食。它们由于具有独特的有回声定位功能的鼻叶而得名。

鲎(horseshoe crab或king crab)：肢口纲的所有海洋节肢动物的统称，实际上鲎并不是螃蟹,它们与已灭绝的三叶虫近缘；见69页(方框)。

问荆(horsetail)：分楔叶属的所有植物；见37页。

寄主(host)：被其他生物所利用，与它们有着寄生或共生关系的生物体；见168页。

玉簪属植物(Hosta)：百合花科的一种多年生东亚属草本植物。一些品种供栽培，其叶有观赏价值。

家蝇(housefly)：蝇科,一种双翅目昆虫。全球分布，与人类关系密切，幼虫在粪便或排泄物中发育，成虫常以人类食品为食，传播微生物导致肠道疾病。

长生草(houseleek)：景天科长生草属矮生肉质草本植物的统称，共约40种，生长于欧亚及非洲北部，屋顶长生草通常栽培于岩石花园。

食蚜蝇(hoverfly)：食蚜蝇科所有双翅目昆虫的统称，身型中等，成虫颜色亮丽(与黄蜂及蜜蜂类似；见153页，167页方框)。它们以花为食，飞行能力极强，可盘旋及向后飞。幼虫的发育方式多种多样，其中一些以蚜虫和芥壳虫为食。

吼猴(howler monkey)：卷尾猴科，吼猴属动物的统称，生活于美洲，体大，因其吼声而得名。

黑果木(huckleberry)：杜鹃花科,黑果属中一些分布于新大陆的灌木的统称。果实与越橘类似，可食用。

人(human)：人科猿类动物的统称，全球分布，几乎是惟一的无毛灵长类动物；见14页，15页，17页，18页，141页(方框)。关于人与其他动物的关系见52页(海绵属动物)，55页(蠕虫)，64页(昆虫)，75页，76页(鱼类)，78页(两栖类动物)，89页(爬行动物)，97页(鸟类)，109页(象)，110－111页(马,犀牛)，114页(牛科动物)，119页(蝙蝠类)，122页(食肉动物)，132页(兔类)，134页(啮齿动物)，145页(鲸类)。关于人类对生态系统及生物环境影响见194－233页。

湿度(humidity)：大气中的水汽或水份含量，通常指的是相对湿度。相对湿度为特定气温及气压下大气的饱合状态。

蜂鸟(hummingbird)：蜂鸟目,蜂鸟科中所有319种小鸟的统称，色彩亮丽，主要栖息于美洲热带地区。蜂鸟长仅为6.5厘米(2.5英寸)，重约2.5克。短小的翅膀每秒能拍打70次，能敏捷地上下飞翔、倒飞和盘旋。其脚弱小，能用来降落却无法行走。许多蜂鸟以花蜜为食，喙长且可伸出舌头。

座头鲸(humpback whale)：一种鲸类动物，与蝠鲸相似。但座头鲸背部成弓形且鳍长；见142页，144页，145页，154页。

腐殖质(humus)：土壤中细小的无生命的有机物，动植物遗体被微生物分解后形成。主要成分是腐殖酸。腐殖质有利于土壤中水分及矿物离子的保存。

猎狗(hunting dog,African hunting dog或wild dog)：一种身体强壮，高度社会性的食肉犬科动物，分布于非洲热带的稀树草原及开阔树林；见127页(方框)，165页。

乌提亚硬毛鼠(hutia)：硬毛鼠科，共13种啮齿动物的统称，体强，腿短，与鼠近似，仅生活在西印度群岛。

赫胥黎，托马斯·亨利(Huxley,Thomas Henry)(1825－1895)：英国生物学家，与达尔文同时代并支持达尔文理论(见方框，13页)。赫胥黎向大众介绍了“不可知论”这一名词。

风信子(hyacinth)：百合科，一种生长于地中海地区的草本植物。籽为花球，花芳香。大部分风信子的栽培种类原为野生。圆叶风铃草虽被称为野生风信子，但属性不同。

杂交种(hybrid)：遗传上不同亲代之间的杂交产生的个体。它们与亲代区别很大，也可能只有一个基因不同。

水螅(hydra)：水螅属淡水腔肠动物的统称，普遍生活于池塘及小溪。生存形式主要为珊瑚虫；见53页，178页，183页。

绣球花(hydrangea)：绣球花科绣球花属所有灌木或攀缘木本植物的统称。约25种，生长于新大陆及东亚。有些种类可供观赏。

碳氢化合物或烃(hydrocarbon)：只含碳和氢两种元素的化学物质，特别指矿物燃料(石油，天然气，煤)；见196页。

氢(hydrogen)：宇宙中最轻且最丰富的化学元素，缩写为H。氢分子(H_2)是易燃气体，在大气中含量很小；见6页。氢是水

(H_2O)及大多数有机化合物的组成物质，是人类生活中必不可少的(见6页)。

螅形类(hydroid)：水螅虫。体小，个体或群居两种生存形式，身体构造简单，体壁由两层细胞组成，肠腔下端封闭，口周围有一圈触手，触手上有刺丝囊，用来捕食其他生物。

水循环(hydrological cycle)：自然界的水在生物圈内循环的路径。大气降水(雨，雪等)或渗入地下成为地下水(停蓄土中及岩石间)，或降落湖中，或流入河中后被蒸发。河水最终流入海洋并蒸发成水汽，进入大气。蒸发的水汽在大气中集聚形成云。这样就完成了水循环。但这其中还包括一个由生物参加的循环过程，植物通过它们的根茎截留水分，但由于叶片的呼吸作用(见31页)，水分以水蒸汽的形式被蒸发掉了。水循环也存在于动物中，但不如植物中的循环量大。人类活动经常对自然界水循环有很大影响，如建水坝、吸干湿地等(见217页)。

水生演替(hydroseral succession)：湖泊、池塘截留降水的过程；见219页。

流体静压骨骼(hydrostatic skeleton)：内部充满液体的骨骼，常见于无脊椎动物，如软体动物和蠕虫；见176页

热液出口(hydrothermal vent)：存在于海洋深处，由于火山活动而沸腾的硫磺由此流出；见7页，221页。

向水性(hydrotropism)：植物根、茎的生长趋向于水源地。通常植物根的向水性很强，也就是向水生长。

水螅虫(hydrozoan)：水螅纲的所有腔肠动物的统称，种类繁多，共有约2700余种，包括个体的淡水水螅虫及群体的管水母，如僧帽水母；见53页。

鬣狗(hyena)：食肉目鬣狗科所有哺乳动物的统称，包括斑鬣狗、条纹鬣狗及棕鬣狗三种，而土狼主要以白蚁为食；见122页，125页(方框)，165页，203页。

膜翅目昆虫(hymenopteran)：膜翅目的所有昆虫(见61页)。膜翅目种类繁多，又分为两个亚目。较大的亚目，细腰亚目又分为针尾类，其中包括蚂蚁、黄蜂及蜜蜂及寄生类(其中大部分是细小的昆虫如黄蜂，它们寄生于其他昆虫体内或体外)。本类昆虫的鉴别特征在腰部，也就是腰腹其间的部位基本收缩。但较小的亚目，广腰亚目——叶蜂没有这种收缩的特点。

重寄生物(hyperparasite)：寄生于另外一种寄生物体内或体外的有机体。

菌丝(hypha)(复数为hyphae)：一种管状单纤维，聚集构成大多数真菌及一些水藻的菌丝体，菌丝之间或是有隔膜的，或是无隔膜的；见35页

催眠状态或强直性静止(hypnosis或tonic immobility)：在动物体内，由于猛兽接近而产生的一种类似麻痹的无反应状态，被认为是动物诈死一类的自我防御功能；见167页。

皮下组织(hypodermis)：植物根叶表皮下面的独特的细胞层。它通常起到保护及贮存养分的作用。

丘脑下部(hypothalamus)：脊椎动物脑体的一部分，用来控制脑下腺而且是自主神经系统功能的重要集中区域；见183页。

蹄兔(hyrax或dassie)：蹄兔目蹄兔科共11种小型食草哺乳动物的统称，外形像啮齿动物，生活于非洲及中东地区。一些岩蹄兔生活在干燥的多岩石地区，而另一些树蹄兔则是树栖；见101页，108页，109页，205页。

海索草(hyssop)：唇形科，神香草属、牛至属及蕾香属中的一些植物的统称。特别包括海索草、牛至草及北美蕾香。

屈曲花属(Iberis)：十字花科地中海属一年或多年生草本植物或低矮灌木的统称。约30种，如伞形屈曲花。

羱羊(ibex)：一种有着巨大弯曲羊角的棕色野山羊，它们行动灵活，居住在欧亚及非洲东北部的陡峭高山地区；见115页，210页。

鹮(ibis)：鹮形目鹮科共25种涉禽的统称，栖息于全球大部分温带地区。它们的显著特点是长而向下弯曲的喙。彩鹮分布全球，与琵鹭近缘；见91页，217页。

银鱼(ice-fish)：分布于南极洲的冰冷水域。分别属于两科，南极鱼科的鱼类与鲑科鱼近缘构成了南极洲鱼类总数的68%；见73页。

冰叶日中花(iceplant)：一种肉质草本植物，叶上有透明、反光的隆起，冰叶日中花这个名字已用于其他日中花属及景天属植物。

姬蜂(ichneumon wasp或fly)：姬蜂科中所有的寄生蜂类的统称，全球栖息。姬蜂通常有很长的产卵器，并在其他昆虫的幼虫或蛹上产卵；幼虫取食宿主的体液成长。

鱼鸟属(Ichthyornis)：见90页。

鱼龙(ichthyosaur)：鱼龙目已灭绝的海洋爬行动物；见17页，82页，84页。

鬣鳞蜥(iguana)：一些体型巨大的鬣鳞蜥科蜥蜴的统称。北美普通鬣鳞蜥树栖，食草，背部有明显的冠状骨刺。

鬣鳞蜥科蜥蜴(iguanid)：鬣鳞蜥科共约600种蜥蜴的统称，主要生活在新大陆。它们中大多敏捷灵巧，树栖或地栖，以昆虫或其他幼小的无脊椎动物为食。但大一些的鬣鳞蜥是食草类动物，而且海鬣鳞蜥在加拉帕戈斯岛上居住，以海藻为食。

禽龙(iguanodon)：禽龙属一种巨大的鸟脚亚目食草恐龙；见83页。

回肠(ileum)：小肠较低的部分；见179页。

成虫(imago)：一种昆虫在它最终成熟(有翼)阶段；见63页。

移入(immigration)：由于意外因素如食物的可利用率而引起的动物迁入某一处地区，或是从别处迁入的结果；见172—173页。

黑斑羚(impala)：一种普通的非洲羚羊，喜群居，因受惊时跳跃迅速而闻名；见115页。

凤仙花属(Impatiens)：凤仙花科共500余种一年生或多年生草本植物的统称，多生长于亚洲及非洲的热带地区。二花凤仙被栽培供观赏，凤仙花是受欢迎的室内植物。

无性阶段(imperfect stage或state)：真菌生命的一个阶段，在这期间繁殖是无性的。半知菌类(见35页)是没有有性阶段的。

着床(implantation)：是有胎盘的哺乳动物把受精卵附在子宫壁或生殖道表面的现象。有些动物(如狍和海豹)的着床会在受精很长时间后完成；见107页，143页，185页，186页。

印刻作用(imprinting)：一种动物在一定发育时期学习周围事物特点(如它们的母亲、同胞兄弟或栖息地)的过程。这一过程能马上影响动物的习性和以后配偶的选择；见95页。

脉冲(impulse)：在神经细胞之间作为一种信号而产生的电磁波。

近交(inbreeding)：亲缘关系较近的个体之间的交配，因此使遗传基因较近的配子细胞结合。近交降低了基因的多变性，同时增加了有害或致命基因在后代身上起作用的可能性。

切牙(incisor)：用于撕、切的牙齿，特别是哺乳动物撕切食物的前牙。

砧骨(incus)：哺乳动物中耳的三个听小骨之一；见98页(方框)，191页。
不裂(indehiscent)：(植物构成的一种情况)植物成熟时不是自动地裂开果实。
印度—太平洋地区(Indo-Pacific)：位于东南亚附近、印度洋及太平洋地区。
大狐猴(indri 或 babakoto)：大狐猴科一种多毛狐猴。马达加斯加岛上最大的狐猴及除人以外最大的现存灵长目动物；见137页。
花序(inflorescence)：花在花枝上排列的方式。花序的排列变化很大，从雄性菜蕨花序的羔羊尾藤(见42页)到葱及蒜的呈圆形伞形花序不等。花序的变化包括总状花序、佛焰花序及伞形花序。
红外辐射(infrared radiation)：一种比可见光频率低的电磁辐射，像热量一样可被感知。一些动物可以察觉到红外辐射；见55页，88页，189页(方框)。关于它在温室中的作用见224页。
果序(infructescence)：花序生出果实的排列顺序。菠萝为其中一例。
摄食(ingestion)：食物的摄入；见178页。
鬼伞菌(ink cap)：鬼伞属,共约100种广泛分布的伞菌。大部分鬼伞菌的孢子散后，菌盖化为液态如墨汁状，可用于书写。
先天行为(innate 或 instinctive behaviour)：由遗传决定的行为，不是学会的，也不由于外界影响而改变。与经过学习而形成的行为相对；见148页，150页。
内部细胞群(inner cell mass)：动物囊胚中细胞的集中，其中一些生成胚胎；见186－187页。
内耳(inner ear)：脊椎动物体内的复杂的合成器官包括听觉器官及平衡器官；见190－191页。
昆虫(insect)：昆虫纲中的所有节肢动物的统称。种类繁多，共有几百万种(被描述的仅为其中一部分)。传统上这一纲被分为无翅昆虫(内含4个目)及有翅昆虫(内含25个目)，但这种分类方法并不是被普遍承认的；见42－43页，58－65页，230－231页。
食虫目动物(insectivore)：所有以昆虫为食的动物。
食虫目哺乳动物(insectivore)：所有以昆虫为食的哺乳动物，物种繁多，包括约345种，如猬、鼩鼱、鼹鼠、沟齿鼩、马岛猬及其他近缘物种。除大洋洲及南极洲以外的其他大陆都有食虫目动物分布；见120－121页。
龄期(instar)：在两次退毛期间，昆虫幼虫的连续成长阶段；见62页。
机械反应(instrumental conditioning)：见150－151页。
胰岛素(insulin)：脊椎动物胰腺分泌出的激素，可用来控制血糖浓度。
智力(intelligence)：要衡量不同种类动物的智力，主要依靠测试它们解决各种问题的能力。其中涉及寻找隐藏食物本领的学习，这与辨别某种普遍规则的能力有关。而其他动物被证明可利用木棒或堆积盒子来获取食物。尽管这些实验有其局限性，但可得到一些比较结果——如许多鸟类的能力可以与哺乳动物相媲美，而许多灵长类动物(特别是高级灵长类动物)显示出具有动物之中最高的智力。
意向行动(intention movement)：一种行为方式的最初阶段，表明了某一动物马上就要进行的行为。如鸟在起飞之间总是有一个意向行动(如果这一行动失败，别的鸟类会认为这是一种警戒反应)。这些行动通常是不完整的，而且同时会成为交流信号；见155页(方框)。
间冰期的(interglacial)：冰期之间较温暖的时期，在过去的100万年间，出现过很多间冰期。
中间神经元(interneurone)：中央神经系统的神经细胞，负责集合和处理接收传进来的信号。
节间部(internode)：结点之间茎干的长度。
间质液(interstitial fluid)：见181页。
潮间带(intertidal zone)：高潮点及低潮点之间的地带。见220－221页。
插入器官(intromittent organ)：雄性交配器官，如阴茎，可以用来插入雌性生殖器通道；见185页。
染色体倒位(inversion)：一条染色体由于破损而分离出去后以相反方式重新归回染色体中。
无脊椎动物(invertebrate)：缺少脊柱的动物，也就是脊椎动物以外的动物(如鱼类、两栖类、爬行动物、鸟类及哺乳动物)见51页(方框)。
鸢尾科动物(Iridaceae)：单子叶植物科，包括鸢尾属植物、藏红花属植物及剑兰；见45页。
鸢尾属植物(iris)：鸢尾科,鸢尾属多年生草本植物的统称，共约300种，有根茎、肉根或球茎，生长在北温带，有两排窄叶和独特的可供观赏的花朵。
虹膜(iris)：脊椎动物瞳孔周围的不透明肌内横隔膜，这种横隔膜能够改变瞳孔的大小；见189页
铁(iron)：一种金属元素(符号为Fe)，对植物体内的叶绿素合成及动物血液中的血红蛋白起基本作用。
铁土(iron pan)：北方森林土壤横断面中由红色物质形成的染色带。
铁木(ironwood)：许多有着坚硬木质的乔木及灌木的俗名，它的密度甚至比水都要高。大铁木就是一例。
岛屿生态系统(island ecosystems)：见214页。
岛屿模型(island model)：见233页。
隔离机制(isolating mechanism)：体现出某物种与其他物种不同的身体特性，通过这种特性能够避免近缘交配；见17页。
等足类动物(isopod)：等足纲，甲壳纲动物，其中包括木虱和各种水类亲缘动物；见67页。
常春藤(ivy)：常春藤属常绿攀缘植物或灌木的统称，共约15种，主要生长于北温带，由于叶面光滑，颜色斑杂而被广泛栽培。洋常春藤由于耐寒，对光照要求不高而有许多栽培品种。
水雉(jacana)：鹬行目水雉科共8种水鸟的统称，有长腿、长趾及爪。分布于全球热带，亚热带地区。水雉习惯在漂流植被上涉行；见158页，159页(方框)。
鹢鹩(jacamar)：鴷形目，鹢鹩科共18种鸟类的统称。它们体小，尾长，有着剑形的喙，栖息于美洲地区。在旧大陆与鹢鹩相对应的是蜂虎；见91页。
蓝花楹(jacaranda)：蓝花楹属共约50种植物的统称。为开蓝花乔木和灌木，生长于美洲热带地区。
胡狼(jackal)：犬科犬属共4种狐狸形动物统称。生活在非洲、南亚及欧洲东南部干旱开阔地带的胡狼有些是食腐和猎禽动物；见126页，127页，203页。
鸹(jackdaw)：一种身型中等，分布于古北区的鸦，由于在穴中贮藏物品及食物的习性而闻名；见213页。

美洲虎(jaguar)：一种体型庞大，身体粗壮的黄褐色猫科动物，有着玫瑰花形印记。生活于中南美洲及美国西南部的热带丛林、沼泽与热带稀树草原；见201页。

山茶(japonica)：是广受欢迎的观赏性植物，约有2000种栽培品种。

茉莉(jasmine)：木犀科茉莉属不规则灌木及攀缘植物的统称，共约450种，遍布热带到温带，一些物种是广受欢迎的观赏性植物，如迎春。

无颚纲鱼(jawless fish或agnathan)：以无颚为特点的原始鱼类，有时被归为无颚纲，但实际上起源更复杂多样。所有早期鱼类化石都是无颚的(见70页)，但目前这一类仅存盲鳗和匕鳃鳗。

松鸦(jay)：共40种体型较小，颜色鲜艳的乌鸦的统称，大部分栖息于美洲，但古北区也有栖息。一些松鸦如蓝松鸦或欧亚松鸦是为人熟知的城市鸟类；见158页。

空肠(jejunum)：位于十二指肠与回肠之间的(肠的)一部分。

水母(jellyfish)：水母纲海洋腔肠动物，自由游泳的水母成体阶段占主要地位。一些体型小一些的水母被归为水螅水母类动物。

飞鼠(jerboa)：啮齿目跳鼠科小型动物，外形似鼠，有着较长的尾及后肢，生活在北非、中东及中亚沙漠的洞穴中。

关节(joint)：身体两部分的联接点，使运动成为可能。在昆虫、节肢动物(见58页)及脊椎动物(方框，177页)体内都有关节。

南欧紫荆(Judas tree)：一种豆科乔木，花朵直接由花枝生长出来。据说犹大被吊死在一棵紫荆花树上。

胡桃目(Juglandales)：双子叶植物，包括胡桃和山胡桃树；见40页。

跳跃(jumping)：运动的一种方式；见104页，177页。

林跳鼠(jumping mouse)：林跳鼠科14种小型啮齿类动物的统称，外形似鼠，有着较长的后肢与尾，皮毛颜色鲜艳。生活于北美及欧亚地区。

丛林(jungle)：用来形容热带雨林的方言。而由这个词所产生的大量植被缠结的含义只适用于树林边缘与河流边缘的植物群落，成植被再生地区。

原鸡(jungle fowl)：雉科的4种猎鸟，生活在亚洲丛林中，红色原鸡是家鸡的祖先；见97页(方框)。

桧(juniper)：桧属共约60种针叶树的统称，生长于北半球。幼叶成针状，在树轮上扩展，成熟叶成鳞片状，紧密贴生于树枝或长向相反方向。树质具油腺，可防昆虫破坏。西洋杉具有经济价值；见209页(方框)。

侏罗纪时期(Jurassic period)：从2.05亿—1.35亿年前期间的地质时期；见4页。

黄麻(jute)：主要从白黄麻与长蒴黄麻中提取的纤维，可用来制麻布，印度和孟加拉国是主要的黄麻产地。

鹧鹄(kagu)：鹤形目鹧鹄科鸟类的统称，体形小，外表似鹭，身体灰色，喙与腿呈红色。仅栖息于新喀里多尼亚，已濒临灭绝。

鸮鹦鹉(kakapo或owl parrot)：一种稀有鹦鹉，不会飞翔，以草、苔藓及草莓类植物为食，栖息于新西兰的南岛；见97页(方框)，214页。

羽衣甘蓝(kale)：1.蔓青的栽培品种，叶子可以当做蔬菜食用。2.羽衣甘蓝的栽培品种，是动物的饲料。

袋鼠(kangaroo)：包括袋鼠属及袋鼠科在内近缘种类的澳大利亚有袋类哺乳动物的统称，另外还包括各种外型似袋鼠的动物，如体形较小的沙袋鼠、小型沙袋鼠及短尾袋鼠。袋鼠都有较健壮的后肢来适应跳跃，但树袋鼠却是敏捷的爬树好手；见101页，103页，104页，177页，205页。

更格卢鼠(kangaroo rat)：新大陆的齐足跳跃啮齿动物，种类繁多，与小囊鼠及生活在澳大利亚中部干旱地区相似的小型跳跃啮齿动物近缘。

贝壳杉(kauri或kauri pine)：南洋杉科贝壳杉属针叶乔木，共约21种，主要分布于澳大利亚，有着巨大坚韧的宽叶，是有用的木材；见39页。

大型褐藻(kelp)：大型海藻，特别是褐色的海藻，如昆布及巨藻；见34页，221页。

海藻扁蝇(kelp fly)：扁蝇科的小型双翅类昆虫的统称。幼虫以腐朽的海藻为食。

角质素(keratin)：一种纤维状硫磺蛋白，是趾、爪、毛、皮、表皮的组成物质；见92页，93页，110页(方框)。

内核(kernel)：种皮内种子的一部分。

红隼(kestrel)：隼属中13种隼的统称，遍布全球，人们经常能看到欧亚红隼在公路上空盘旋。

骞驴(kiang)：亚洲野驴的变种。

肾(kidney)：脊椎动物中的一对器官，负责排泄以及调节体液中的水分及盐分并使之保持平衡；见179页(方框)。

荚豆(kidneybean)：豆科植物的栽培品种。未成熟时，豆籽用来供人们食用。

逆戟鲸(killer whale)：一种身体强壮，黑白相间的有齿鲸类动物，背鳍很高，以凶猛著称，全球分布，特别常在较冷的岸边水域出没；见145页，165页。

鳉(killifish或toothcarp)：鳉科共约268种鱼类的统称(物种的确切分类依然有争议)，体形小，似鲤，主要指的是美洲海鱼或淡水鱼类。颜色亮丽，多为蓄养于水族箱内。许多鳉在体内受精。

食蜂鹟(kingbird)：霸鹟属共约10种霸鹟，分布于美洲大陆。尽管体型小，但在遇到大一些的鸟类时，食蜂鹟往往异常凶狠。

毛茛(kingcup或marsh marigold)：毛茛科，多年生草本植物的统称，生长在北温带及北冰洋地区。毛茛是一种开黄花的沼泽植物。

界(kingdom)：最高的类别群，当今大部分权威承认有五种界：动物界(动物；见50页、145页)、植物界(植物；见30页，47页)、真菌界(真菌；见35页)、原生生物界(原生生物，也就是单细胞真核有机体；见26—27页)、原核生物界(细菌及所有其他单细胞原核生物有机体；见24—25页)；见18页。

翠鸟(kingfisher)：佛法僧目翠鸟科和笑鸟科鸟类的统称，全球分布，但大部分物种集中在东南亚。翠鸟的第三和第四个趾连在了一起，羽衣鲜艳呈彩虹颜色。

卷尾浣熊(kinkajou,potto或honey bear)：浣熊科动物，以水果为食，树栖，生活于南美热带森林中，有长而能卷曲的尾；见130页。

亲属选择(kin selection)：通过进化过程选择某种基因而使它的携带者降低了繁殖这一基因的可能性，相反地，增加了产生近缘动物的机会；见17页，149页(方框)，153页。

鸢(kite)：鹞形目鹰科共21种猛禽的统称。典型种如分布于古北区的赤鸢有着叉形的宽尾；见213页，217页。

三趾鸥 (kittiwake)：两种海洋鸥类，栖息于北半球，喜群居，得名于对这些鸟不停叫声的模仿。

鹬鸵(kiwi)：似鸵鸟龙目无翅科鸟类的统称，共3种，不能飞行，体小，栖于新西兰森林中，昼伏夜出。虽视力不足，但嗅觉极好，它们利用长喙寻觅昆虫的幼虫及蠕虫；见97页，214页。

猕猴桃(kiwi fruit或Chinese gooseberry)：一种攀缘草本植物，原产东亚及喜马拉雅山，由于其果可食在新西兰被栽培。

山羚(klipspringer)：偶蹄目动物，体小，角小，体色黄灰相间，食草，生活于撒哈拉南部岩峰上。

矢车菊属植物(knapweed)：菊科矢车菊属二年生或多年生草本植物的统称，生长于欧洲及地中海地区，如小矢车菊。

长刀鱼(knifefish)：有着很长臀鳍的无亲缘关系鱼类的俗名。它们的臀鳍有如刀锋一般，其中包括裸背鳗目裸背鳗科的鱼类及细鳞弓背鱼。这种鱼没有脊鳍，能发出导航的微弱电波。电鳗并不是真正的鳗鱼，而属于鲤，有时又被称为电长刀鱼；它也没有脊鳍，能发出最强为500伏特的电流，足以吓退它们的对手(见77页)。

细嘴滨鹬(knot)：鹬科的两种小型涉水鸟类的统称。喙中等，体形矮粗，几乎栖息于全球。大群的细嘴滨鹬不时地结群整齐飞行，情形极为壮观。

考拉(koala)：生活于澳大利亚东部的有袋动物，以草为食与树栖是其典型特点；见104页，105页，162页。

非洲水羚(kob)：一种体态优雅，红褐相间的羚羊，食草，有长而弯的角，栖于非洲的冲积平原与潮湿地区；见157页。

科赫，罗伯特(Koch,Robert)(1843—1910)：德国细菌学家，创立了细菌与疾病之间联系的学说。

科迪亚克熊(Kodiak bear)：棕熊的亚种；见128页，129页。

噪鹃(koel)：两种澳大利亚或东亚杜鹃，有着特别长的尾。

球茎甘蓝(kohlrabi)：羽衣甘蓝的栽培品种，绿色或紫色的茎较肥大，可作蔬菜食用。

科莫多龙(Komodo dragon)：一种巨蜥，所存蜥蜴中最大种(见85页，89页，214页)。

笑翠鸟(kookaburra或laughing jackass)：最大的翠鸟，成鸟有45厘米(18英寸)长，因体色为褐色与澳大利亚密灌丛地的颜色一致而起到保护作用。笑翠鸟的沙哑笑声极富特色。

大野牛(kouprey)：牛的一种，灰色或黑褐色相间，生活在印度尼西亚的丛林中。

袋鼬(kowari)：一种小型有袋类动物，生活于沙漠，穴栖，食肉，长尾，末端似黑刷，现仅存于昆士兰的西南部。

金环蛇(krait)：环蛇属眼镜蛇，生活于亚洲南部，颜色亮丽，尽管有剧毒，但遇到危险时仍会逃跑。

磷虾(krill)：磷虾亚目的甲壳纲动物。体小，似虾，是须鲸类动物的主要食物；见67页，220页。

平衡种(k-strategist)：能适应顶极演替的所有物种；见43页。

捻角羚(kudu)：偶蹄目林羚属2种灰褐相间动物的统称，有白色条纹及螺旋状长角。生活于非洲开阔林地及丘陵灌丛地区。

金橘(kumquat)：金橘属几种灌木及乔木，生长于东亚，果实像小柑橘。

金链花(laburnum)：金连花属，共2种乔木及灌木的统称，生长于欧洲中部和东南部。因垂落的黄色花朵极美丽而被栽培。但它们的种籽与叶子有毒。

蜥蜴类动物(lacertid)：蜥蜴科共150余种蜥蜴的统称，生活在欧洲、亚洲及非洲。蜥蜴类动物身型通常细长，有长尾，大部分地栖，以小动物为食，但这一类动物外表及大小差别很大。

草蛉(lacewing)：草蛉科及褐蛉科脉翅目昆虫的统称，相应的颜色为褐色和绿色，翅膀上有精美的网状脉(见61页)，其幼虫是蚜虫及其他害虫的主要天敌。

紫胶虫(lac insect)：一种印度介壳虫，曾由于有含大量脂状物的鳞片被饲养，这些脂状物是形成清漆虫胶的基本原料；见64页。

漆(lacquer)：漆树里流出的分泌物，这种漆树原产于东亚，后在日本种植。漆用来作东方的木制品装修。

泌乳(lactation)：从哺乳动物乳腺中分泌乳汁；见98页(方框)，100页。

瓢虫(ladybird或ladybug)：瓢虫科昆虫的统称，圆形，为人熟知，通常是红、黄、白、黑的亮丽体色。成虫及幼虫都是食肉类，特别以蚜虫和介壳虫为食；见58页，63页(方框)。

蹄盖蕨(lady fern)：温带地区湿土中生长的羊齿植物。

斗篷草(lady's mantle)：蔷薇科斗篷草属多年生草本植物的统称，共约250种，生长在温带及山区。一些品种被种植在园地中；见211页。

兔形动物(lagomorph)：兔形目的所有哺乳动物，共有两科，包括兔及野兔的一科(兔科，共约44种)和鼠兔一科(鼠兔科，共14种)；见132页。

礁湖(lagoon)：公海上由珊瑚礁辟出的区域；见215页。

湖泊生态系统(lake ecosystems)：见218页。

拉马克，让·巴勃提斯特(Lamarck，Jean Baptiste)(1744—1829)：法国自然生物学家，建立一种进化理论，认为所有的生物均由原始的小体进化而来；见12页。

奥林帕斯山水苏(lamb's ears)：与藿香近缘的草本植物，灰色叶子，多毛，多为观赏性植物。

薄荷科植物(Lamiaceae)：双子叶植物，包括薄荷百里香、罗勒等等；见45页，46页。

叶状展开(lamina)：叶子的扩展部分。

胡兀鹫(lammergeier)：一种长尾秃鹰，多出没于北非及远东地区的高山，它把骨头从高处抛下，然后在破碎的骨头中获得骨髓。

匕鳃鳗(lamprey)：匕鳃鳗科全部无颚鱼的统称。只有20—30种，主要是淡水鱼及似鳗鱼类，它们寄生在活鱼上，以其纤维组织及体液为食。

腕足动物(lamp shell或brachiopod)：腕足动物门所有的海洋无脊椎动物的统称。与双壳贝软体动物(蛤、牡蛎等)相似，但腕足动物有着独特的不对称壳瓣及在较大壳瓣上用来把自己固定的洞；它们是滤食动物，通过触手过滤食物。这种古老的物种在中生代曾繁盛一时，但现在分布有限，仅存于水底岩石；见5页。

文昌鱼(lancelet)：头索动物亚门的脊索动物，有着独特的脊神经索，发育良好的节状肌肉、尾巴及脊鳍，但没有头、眼和其他鳍。它们通常分布于砾石或沙土中，通过体壁的鳃切口吸入水，然后从中吸食细小的物体；见51页(方框)。

地蟹(land crab)：甲壳纲十足目地蟹科的所有蟹类的统称，

是最大的陆栖蟹。

语言(language)：一种交流体系，传统的定义为：语言是指明抽象思维与早已经过的情况的象征及能力，对于动物交流系统是否通过语言来完成仍有争议；见141页(方框)，153页(方框)，155页。

长尾叶猴(langur)：所有旧大陆的叶猴属及其近缘的疣猴。与近缘的非洲疣猴相近，亚洲长尾猴身体细长，生活在高大的树上并且以植物为食。长鼻猴同样是长尾叶猴的近缘；见139页。

灯笼鱼(lantern fish)：灯笼鱼目灯笼鱼科共约105种深海鱼类的统称，全球栖息，尽管居于深海，依然为人们熟知，因为它们夜晚会浮出水面，而腹部及侧部的成排发光器发出的光使船上的人可以看到它们；见74页。

枯叶蛾(lappet moth)：枯叶蛾科鳞翅目昆虫的统称。身型从中等到庞大不等，身体强壮，成虫没有嘴。

麦鸡(lapwing或peewit)：群居的鸻，共有20种，长腿，有小巧的喙及头冠，翼宽且圆。在旧大陆与南美都有分布。

落叶松(larch)：松科，落叶松属的约10种针叶松的统称，许多北美物种叫做美洲落叶松，这些落叶松有两种树枝：有着螺旋形叶子的长枝及有着小簇叶子的短侧枝。一些物种为观赏植物或作为木材；见39页，208－209页。

云雀(lark)：百灵科雀形目共91种鸟类的统称，身型中等，地栖及筑巢，后爪长，羽毛呈褐色，为条纹状，以草籽或昆虫为食，全球栖息，但大多集中在非洲；见97页(方框)。

燕草(larkspur)：飞燕草属共约40种植物，生长在地中海及中亚，与翠雀近缘。

幼虫(larva)：动物不成熟但活跃阶段，与成虫在身体构造与生活习性方面有很大差别。幼虫基本上会经过巨大的变态过程最后发育为成虫。

喉头(larynx)：有声线在内的气管变化的上部。

侧线系统(lateral-line system)：鱼类与各种两栖类用来探测压强及震动等的感知系统；见73页(方框)，80页，190页，191页。

红土(lateritic soil)：热带丛林中的红色土地类型；见200页。

树浆(latex)：一种表面为奶状的液体，由植物体内特殊细胞(乳汁管)产生的，特别是橡胶；见45页。

劳亚古大陆(Laurasia)：一个古代大陆；见8－9页。

月桂树(laurel)：月桂树科中的一些矮小乔木及灌木的统称，如月桂树。没有近缘关系的葡萄柱樱是众所周知的常绿花园灌木。

劳伦古陆(Laurentia)：一块古时陆地；见8－9页。

花葵属(Lavatera)：锦葵科一年或多年生草本及灌木的统称，主要生长在地中海地区，如树锦葵。

薰衣草(lavender)：唇形科薰衣草属共约28种多年生草本及灌木的统称，生长于温暖的温带地区，英格兰薰衣草主要用来制香料。海洋薰衣草是没有近缘关系的生长在盐沼泽中的多年生草本植物。

毛头鬼伞(lawyer's wig或shaggy ink cap)：一种可食的鬼伞菌，伞部高大多毛呈白色。

滤去(leaching)：经过土壤时对一些元素、矿物质、营养成分及其他物质的洗滤；见196页，200页，207页，209页。

叶(leaf)：植物枝干上侧生的器官，高大的植物通常包括杆和叶。叶子在蒸发、呼吸及光合作用中起了很大作用；见31－33页，关于叶子的生长见32页。

叶甲(leaf beetle)：叶甲科中的所有甲虫的统称。共有2万余种，生活于全球各地。成虫及幼虫都以植物为食，而一些叶甲对庄稼有害。

切叶蚁(leafcutter ant)：切叶蚁属，分布于热带。切叶蚁从树叶上切下几部分，并把它们运回到巢中作为湿床来栽培真菌。真菌是切叶蚁的主要食品来源；见65页。

叶蝉(leafhopper)：大叶蝉科同翅目昆虫，与沫蝉体型一样很细长。物种繁盛，共约有8500种，全球分布。

叶䗛(leaf insect)：竹节虫目，叶䗛科外翅类昆虫的统称，生活于东南亚热带地区。叶䗛体扁，在四肢上有平的突起，因此与叶子相似，而叶䗛也以叶子为食；见166页。

潜叶虫(leaf miner)：潜蝇科小型双翅目昆虫的统称，它们的幼虫生在叶内并以叶子纤维为食，其他挖入叶子的昆虫也叫做潜叶虫，如在鳞翅目昆虫中的细蛾科与尖蛾科。

叶形鼻蝠(leaf-nosed bat)：1.(旧大陆叶鼻蝠)共约40种蹄蝠科蝠类的统称，广泛栖息于旧大陆的热带。它们以昆虫为食，高高的、精致的叶鼻与菊头蝠的鼻子相似。2.(新大陆叶鼻蝠)叶鼻蝠科共约140种蝠类的统称，生活于新大陆从美国到阿根廷北部地区。这些蝠类以昆虫花蜜及花粉为食，一些以脊椎动物为食。相反，生活在旧大陆同名的蝙蝠有着单一的鼻翼，有如矛尖。美国吸血蝙蝠是新大陆蝙蝠最大的，翼展会达到1米(39英寸)；见118页。

学习(learning)：动物中对于行动方式而不是遗传方式的获得，或是由于经验而使行为改变。这种学习需经历多种过程，包括形成习惯、条件反射以及文化传递；见57页，95页，103页，136页，141页(方框)，150－151页，152页(方框)，162页(方框)，167页(方框)。

棱皮龟(leatherback)：海龟最大的一种，长有1.5米(5英寸)，重约600千克(1323磅)，壳外面有一层皮，以水母为食。

驴羚果(lechwe)：黑色有角羚羊所食的浆果，这种羚羊生活于中非及南非的冲积平原及沼泽。

蛭(leech)：所有蛭纲中以捕食其他动物为生或寄生的环节动物的统称；见55页，176页，219页。

韭葱(leek)：与洋葱近缘，有紧密包裹的叶子，经常用来食用或调味。

列文虎克，安东·范(Leewenhoek，Anton van)(1632－1723)：荷兰店主，通过磨镜片制成了显微镜，可使物体放大400倍。因此列文虎克成为了描绘红血球细胞、精子、原生动物、细菌及神经及植物纤维结构的第一人。

繁殖地(lek)(特别对于鸟类来说)：一种传统的求偶场地，其中各种鸟类有自己要护卫的领地，见94页，156－157页。

旅鼠(lemming)：鼠科旅鼠属中数种小型鼠形啮齿目动物的统称，生活于欧亚及美洲地区，如挪威旅鼠。它们在外型上与田鼠极其相似；见135页，172页(方框)，211页。

柠檬(lemon)：一种经济价值很高的柑橘属植物果实，栽培于地中海式气候地区，柠檬油是从果皮中抽取出来的。

狐猴(lemur)：灵长目中5个科共21种动物统称，主要生活于马达加斯加岛，包括典型狐猴，倭狐猴，鼠狐猴，毛狐猴及与狐猴、飞狐猴与猫猴非近缘动物；见136页，137页。

晶状体(lens)：脊椎动物眼中负责将来光集中在视网膜的部分，在昆虫中的复眼中，有许多单独的晶状体；见189－190页。

小扁豆(lentil)：豆科小扁豆属共5种攀缘草本植物的统称，生长在地中海及亚洲的西南地区。为获其种子而将小扁豆栽培。

豹(leopard)：一种独居、多样化的大型猫科动物，因其表皮上的小斑点而出名。大量生活在非洲及亚洲地区，黑色品种又被称为黑豹。

豹猫(leopard cat)：一种小型的猫科动物，昼伏夜出，黄色，有黑色斑点，生活于东南亚及日本的丛林和灌木中。

鳞翅目昆虫(lepidopteran)：指鳞翅目昆虫蝶与蛾，世界已知种类15万(见61页)。其鲜艳的色彩可起伪装、模拟其他生物形态或警告的作用。成虫身上覆有小鳞羽，大翅膀轻轻振动时，小鳞羽便可发挥其在飞行中降低空气湍流的功能；小鳞羽上一个个彩色的斑点还为整个翅膀图案增添了不少色彩。此类昆虫中，只有成员为数不多的蛾科长有大颚(咬食用口器)并食用花粉，此外，大多数成虫均长着卷绕的喙，并以此吸吮汁液。幼虫则少有例外地长有大颚，以植物为食。

叶用莴苣(lettuce)：几种菊科莴苣属草本植物的统称，分布广泛。用于色拉的莴苣为人工栽培，野生环境中不存在。

自由帽(liberty cap)：担子菌纲真菌。

地衣(lichen)：真菌与海藻或藻青菌共生形成的复杂有机体；见30页，34页(方框)，204页，208页，211页，221页。

生命周期(life cycle)：动植物从出生到成熟的整个生长过程。

生命史(life history)：动植物从出生到死亡的变化过程。

木质素(lignin)：植物木质组织细胞壁中重要的硬化素，为糖、石炭酸、氨基酸和乙醇构成的聚合物。

愈木(lignum vitae)：美洲热带及亚热带常绿树种愈疮木的统称，它们可提供最坚硬的工业用木材及医用愈疮木树脂。

丁香(lilac)：木犀科，欧亚紫丁香属，灌木，约30种。其花芳香迷人，有许多栽培品种。

百合科(Liliaceae)：单子叶植物科，包括百合、郁金香和圆叶风铃草；见45页。

百合亚纲(Liliidae)：单子叶植物亚纲；见45页。

百合纲(Liliopsida)：单子叶植物纲；见45页。

百合(lily)：百合科温带百合属球茎状草本植物。约90种。许多花似百合的其他属类植物也被称作百合，如萱草花。

铃兰(lily of the valley)：北方多年生非烈性草本植物，根茎蔓生，属百合科，其花芳香，常栽于花园之中。

利马豆(lima bean或butter bean)：热带豆科植物，作蔬菜种植。整个豆荚都可食用。种籽食用更为常见。

欧椴(lime)(也叫椴)：北方非烈性椴树属树种。约30种。叶常呈心形，黄花为重要的花蜜来源。椴树为生长于美洲的美洲椴。

酸橙(lime)：像柠檬，但与柑橘果无亲缘关系。原产印度和马来西亚，在热带广泛种植。

石灰岩(limestone)：一种沉积岩。绝大多数沉积岩差不多都是由原本沉积在海底的单细胞生物贝壳经过压缩、上升而形成的碳酸钙组成；见197页。

湖水层(limnetic zone)：淡水湖水体上部开阔部分，通常限于远离湖底或岸边的区域；见218页。

帽贝(limpet)：各种带有锥形贝壳的海洋腹足纲软体动物统称。它们分属不同的生物群。这些软体动物生活在水边，靠强健的齿舌(进食器官)把小海藻剥去，并以此为食；见56页，219页，221页。

秧鹤(limpkin)：鹤形目，鳍足科鸟类，外表像鹭。生活在美国东南部及新热带区内陆沼泽地。与鳍趾鹑有亲缘关系。嘴长而略向下弯曲。

鳕(ling)：鳕鱼的深水亲缘鱼类，生活在大西洋东北部，具有食用价值。其身体细长，达1.8米(6英尺)。

帚石南(ling)：杜鹃花科植物的别名。

连锁(linkage)：1.性连锁。基因与性染色体相连，大多数时候被连到X染色体上，但有时也连到Y染色体上(见23页)。2.基因链。在基因链上，存在于染色体上的基因群越是互相接近，越有可能被一起传递下来，离得越远，则越容易被同源染色体间遗传物质的交换所分隔(见23页)。

林奈，卡尔(Linnaeus,Carl)(1707—1778)：瑞典博物学家，首创生物分类系统——双名法；见18页。

朱顶雀(linnet)：一种灰/粉色雀科鸣鸟，生活在古北区西部的灌木丛林地带，对杀虫剂很敏感。

林狸(linsang)：几种半林栖灵猫科动物的统称。像猫，体态小，身上有斑点，长有能缩进的爪子，生活在西非、东亚和东南亚。

狮子(lion)：体形庞大的群居猫科动物。现主要活动范围限于撒哈拉沙漠以南非洲热带稀树草原的开阔地带。颜色从黄褐到红棕各有不同；见124—125页，159页，165页，203页。

脂(lipid)：单分子生物群中的分子，为细胞膜和脂肪的基本成分；见6页(方框)，20页。

甘草(liquorice)：多年生草本植物洋甘草根茎的提取物。甘草原产于地中海至中亚一带，用于制作甜食和医药。

荔枝(litchi,lichee或lychee)：荔枝属乔木及灌木。约12种。常绿荔枝产于中国，果实带有多汁可以食用的假种皮。

岩石圈(lithosphere)：见8页。

枯枝落叶层(litter)：未分解的有机物，主要来自植物，但不仅限于植物。生物体或其部分死亡，落到地面，积聚而成一土壤层，后被融入较低的地层。

沿岸的(littoral)：岸边的。岸的边缘指岛屿的海岸线或湖泊的滨线。就海洋而言，海岸线在潮汐落潮时，周期性地露出水面。

胎鳉(livebearer)：花鳉鱼科咸水/淡水鱼类，共150种。分布在美国东部到阿根廷东北部的地区。它们体内受精，产活胎。虹鳉和其他的胎鳉鱼类是常见的观赏鱼。

肝脏(liver)：脊椎动物体内较大的维管化器官。其代谢功能包括分泌胆汁，贮存矿物质、维他命和糖原，制造和破坏蛋白质(产生脲)，并且将毒素排出血液；见179页。

叶苔(liverwort)：獐耳细辛纲苔藓植物的一种；见37页。

蜥蜴(lizard)：蜥蜴亚目爬行动物，约包括3000种，(与蛇和蚓蜴一起)构成现存最旺盛的爬行动物生物群。主要有鬣蜥科、美洲变色蜥蜴科、壁虎科、飞蜥科、蜥蜴科、巨蜥科、石龙子科及臼齿蜥科；见82—89页。

美洲驼(llama)：被驯化的南美偶蹄目反刍哺乳动物(骆驼科)。为野生的南美野生羊驼的后代；见115页(方框)。

泥鳅(loach)：鳅科淡水鱼，体小，呈圆柱形，与鲤鱼同目。至少有175种分布在欧亚大陆和非洲，它们常带有与众不同的标记，是常见的观赏鱼；见73页。

壤土(loam)：一种土壤类型。其组织结构中沙、泥沙和粘土混合物含量均衡。内部组织结构的均衡性不仅使其具有良好的排水性能，还具有保水功能。

半边莲(lobelia)：风铃草科半边莲属草本及灌木植物，约250

种。分布广泛，许多是花园内常见的栽培品种；见211页。

龙螯虾(lobster)：甲壳纲十足目龙虾属动物，体型大，如龙螯虾为现存最大的甲壳纲动物。所有龙螯虾的一对前爪都已演变成了巨大的螯；见67页，221页。

移动(locomotion)：见176－177页。

蝗虫(locust)：在某种条件下，行为、形态和生理机能方面能产生急剧变化的短触须蚱蜢。从蚱蜢到蝗虫的转变是特殊天气条件下，这种动物聚集一起时，是外激素诱发的结果。蝗虫成群地移动。在非洲，给庄稼带来严重的危害；见173页，203页。

罗甘莓(loganberry)：欧洲紫莓与美洲黑刺莓的自然杂交品种。

木鹪(logrunner)：约19种。雀形目，状似歌鸫，为地面生活鸟类，靠其利爪拨开落叶，寻觅昆虫为食。产于东南亚及澳大利亚。

耐阴虎耳草(London pride)：多年生虎耳草，共两种。基生叶丛，叶肥厚，粉色或白色花，常栽于花园。

天牛(long-horned或longicorn beetle)：天牛科体态大小中等以上的甲虫通称。这一庞大生物群有2万余种，分布在世界各地。本科动物因其富有特点的长触角而得名。无足的幼虫则是蛀木而生。

银喉长尾山雀(long-tailed tit)：约8种。雀形目鸟。北半球的小型雀种惯于成群迁徙。其巢呈半圆形，结构复杂，出入口侧开。

丝瓜(loofa，sponge gourd或luffa)：为葫芦科热带攀缘草本植物。纤维质的果瓤可作洗浴用海绵。

排草属植物(loosestrife)：报春花科珍珠菜属草本植物，如黄连花；见42页。

千屈菜(loosestrife)：千屈菜科多年生草本植物。

触手冠(lophophore)：包括苔藓虫和腕足动物等许多海洋动物身上的触手样进食结构。

罗伦兹，康拉德(Lorenz,Konrad)(1903－1988)：奥地利动物学家，现代生态学创始人之一(见148页)。因其对鸭、鹅的求偶及印刻作用的研究与冯·弗里施和廷伯根共获1973年诺贝尔奖。

吸蜜鹦鹉(lorikeet)：澳大利西亚吸蜜小鹦鹉的统称，约20种，体形较小。

懒猴(loris)：低级灵长目懒猴科动物。夜间活动，行动迟缓。见于南亚及东南亚森林栖息地；见136页，137页。

吸蜜小鹦鹉(lory)：用刷子般的舌尖食用蜂蜜的鹦鹉，共55种，生活在南亚、澳大拉西亚和太平洋。

莲属植物(lotus)：莲及黄色莲，水生植物，叫大花香，结大朵花。

落拓枣(lotus)：传说古时产枣子的一种植物。

虱(louse)：对许多昆虫，尤其是吸血虫(如，虱子、头虱)的统称。但这一叫法从科学上讲并不准确。

拉维纪草(lovage)：伞形科，欧洲南部多年生草本植物，果实芳香，多为获取其果、叶而栽植。

情侣鹦鹉(lovebird)：多情鹦鹉属非洲小鹦鹉，共9种，头相对较大，短尾，为群居鸟类。

黑种草(love-in-a-mist)：欧洲南部一年生草本植物，毛茛科毛茛属植物，开蓝色花，有精巧的多裂叶环绕四周。

沙蠋(lugworm)：多毛目环节动物，海蚯蚓属海生虫类，有簇生的腮，生活在沙岸地洞深处。

圆鳍鱼(lumpfish)：圆鳍科圆鳍鱼亚科，共26种。生活在北半球冷水区，与蚰同目，体宽厚，皮下成排的脊刺相互分离，身下侧长有强有力的吸盘。未受精卵可作鱼子酱的替代品。

太阴周(lunar cycle)：月球绕地球一周所需时间，对揭示各种海洋生物的周期性活动规律有着重要的启发意义；见175页。

肺(lung)：用于换气的呼吸结构；见73页，79页，93页，180页，181页。

肺鱼(lungfish或dipnoan)：角齿鱼目(澳大利亚肺鱼目，1种)和泥鳗目(南美及非洲肺鱼目，5种)淡水硬骨鱼。现一般认为陆地脊椎动物由肺鱼进化而来；见70－71页，73页，78页。

疗肺草(lungwort)：紫草科肺草属多年生草本植物，约20种，产于欧洲及西亚。

羽扇豆属植物(lupin)：约200种。豆科豌豆属一年生和多年生草本及灌木植物。产于美洲及地中海地区。此类作物可人工种植、观赏或作饲料及绿肥。

诱饵(lure)：埋伏的捕猎者在捕猎范围内用来诱捕猎物的手段；见75页，164页，221页(方框)。

灰蝶(lycaenid butterfly)：鳞翅目小灰蝶科昆虫，主要见于古北区。许多幼虫为食虫类动物，主要以蚂蚁、蚜虫或介壳虫为食。

石松门(lycophyte)：石松门植物，包括水菲和石松；见30页，37页。

赖尔，查尔斯(Lyell，Charles)(1797－1875)：苏格兰地质学家，著有《地质学原理》(1830－1833)：提出了均变论学说；见12页。

淋巴系统(lymphatic system)：脊椎动物体内由小脉管组成的网络系统。这一系统将细胞周围的组织间隙液汇集起来，返回到血液中。气体交换正是以组织间隙液为载体，排出废气，并将氧气输送到血液。

猞猁(lynx)：浅棕色猫科动物，身上带有深色斑点，短尾，黑色耳毛突出。生活在欧亚大陆和美北部松柏林及丛林地带；见125页，172页(方框)，205页，209页。

琴鸟(lyrebird)：雀形目琴鸟科。与矮鹪鹩有亲缘关系，外形像雉科鸟，生活在澳洲东南部密林中，雄性琴鸟尾长，外层羽毛状似希腊里拉琴。华丽琴鸟靠在森林地面刨挖寻觅昆虫及青蛙为食，具有模仿其他鸟叫的出色本领。

李森科，托罗费姆·丹尼苏维奇(Lysenko,Trofim Denisovich)(1898－1976)：俄罗斯植物生物学家。他试图把拉马克的获得性状的遗传理论应用于作物的培植。其遗传理论在倡导通过改变环境改进人类的苏联学派中得到响应，并因此得到斯大林的支持。李森科主义在苏联科学生物学界占统治地位多年。

溶酶体(lysosome)：真核细胞中一种细胞器类型；见20页(方框)，21页。

澳洲坚果树坚果(macadamia nut)：山龙眼科，澳洲产全绿叶澳洲坚果树和四叶澳洲坚果树上的坚果，极珍贵且价值极高。

猕猴(macaque)：旧大陆猴亚科猕猴属动物，广泛分布于南亚至北非地区，在多岩石及树木的地区活动。猕猴包括恒河猴及叟猴；见139页，151页。

金钢鹦鹉(macaw)：共17种。南美大鹦鹉，毛色鲜亮，鸟嘴厚实，尾长于躯干，喜直立栖于树上，以果类为食；见93页，97页。

鲭(mackerel)：海洋鱼，鲈形目鲭科(也包括金枪鱼)。见于热带及温带海洋。体长50厘米(20英寸)左右，非常善游。身体呈纺锤形，尾干长有系列小鳍；背部有含蓝、绿和金色的彩虹条带、斑点及线条。具食用价值，肉质含油。西班牙鲭鱼与之有亲缘关系，同样具有重要的经济价值。

大生物体(macrobiota)：指大于4厘米(1.5英寸)的生物体。

巨大的寄生生物(macroparasite)：相对较大的寄生生物体(特别是肉眼可见的)，如植物或昆虫；见168页。

茜草(madder)：地中海多年生常绿草本植物，根部可提取红色染料，与印第安茜草用途大致相同。

蛆(maggot)：双翅目昆虫(如家蝇)的无腿软体幼虫(蛴螬)。

木兰(magnolia)：约85种，木兰属常青或落叶乔木及灌木，开花一般化，花大，色彩夺目，多为常见的观赏植物，如大叶黄瓜树和月桂树。人们认为木兰与最早的显花植物相似(见40页)，而木兰属植物是木兰植物门的模式属。

木兰(Magnoliidae)：双子叶植物亚纲；见40页，45页。

木兰纲(magnoliopsida)：双子叶植物纲；见45页。

喜鹊(magpie)：鸦科鸟类，尾长，约12种，颜色鲜艳，生活于北半球；见11页。我们熟悉的古北区西部黑白两色喜鹊已开始迁栖到城市。它们与澳大利亚喜鹊无近亲关系。

鹊鹛(magpie lark)：雀形目鸟，与鸫一般大小，羽毛光滑，有黑白两色，长尾。生活在澳大利亚近水处，配偶之间不停地鸣叫呼应，巢筑在树上，状似泥碗。

红木(mahogany)：坚硬的红棕色木材，由许多不同种类的树木制成。严格地说，是由热带新大陆桃花心木属树种和非洲楝属树种的树木制成。

掌叶铁线蕨(maidenhair fern)：约200种。分布广泛的铁线蕨属蕨类植物。这些娇嫩的蕨类植物叶上有光滑的黑色茎杆和扇形的叶片。

玉米(maize,corn)：原产于美洲，由美洲印第安人种植。它被用作家畜饲料，也被用于淀粉加工和威士忌制酒。甜玉米为人类的大众化食品。

灰鲭鲨(mako)：海洋里游动极快的食肉鲨鱼，为鲭鲨科鲭鲨属鱼类。如生活于印度洋、太平洋及澳洲海域的鲭鲨属鱼。

疟疾(malaria)：见168页。

绵马(male fern)：北温带林地及灌木树丛中普通的蕨类植物。

绿头鸭(mallard)：全北区鸭，个大，雄性颈项长有绿色羽毛，体态丰满呈灰色，尾部羽毛弯曲。

眼斑塚雉(malleefowl)：在土丘上筑巢的大塚雉，带隐蔽色；见95页。

锤骨(malleus)：哺乳动物中耳(耳鼓)里的3个听小骨之一；见98页(方框)，191页。

马氏管(Malpighian tubules)：昆虫及其他一些节肢动物的排泄器官；见59页。

马尔萨斯，托马斯(Malthus,Thomas)(1766—1834)：英国神职人员。他在《人口论》中提出，人口若不因如饥荒、战争、疾病某些因素而减少，就会出现人口过剩、食物短缺的现象。1938年，达尔文读到此书，受其影响，提出了自然选择的思想(见13页)。

麦芽糖(maltose)：发芽种子中高度浓缩的双糖。用于发酵。

苹果属(malus)：蔷薇科的一个属名，包括苹果属植物。

树眼镜蛇(mamba)：树眼镜蛇属非洲热带眼镜蛇。毒性很大，常具侵略性。大部分时间呆在树上，主要呈绿色或黑色。

爬行动物(mammal-like reptile)：恐龙时代以前统治地球的合弓亚纲单弓类古爬行动物，现已灭绝。一般认为它们代表了哺乳动物祖先始祖类族。早期的盘龙也包括在内，后来它被更进化的二齿兽和狗头兽所取代；见82页，98页。

哺乳动物(mammals)：见98—101页(进化)，102—145页(主要生物群)，148—173页(行为)，174—191页(生理学)。

乳腺(mammary gland)：雌性哺乳动物身上能够分泌乳汁的腺体(或类似的业已改变的复合皮肤腺)；见(方框，98页)。

猛犸毛象(mammoth)：已灭绝。长有象鼻的哺乳动物生物群，与现存大象血缘相近；见100页，108页。

人类(man)：人属类人猿(人科动物，包括大猩猩和黑猩猩)，包括现代人和各种已灭绝的人种，如能人和直立猿人(见9页，18页)。

海牛(manatee)：共3种，海牛科海洋食草哺乳动物(海牛目，也包括儒艮)。热带及亚热带大西洋两岸水域均有发现；见142页。

柑橘属植物(mandarin)：种类很多，为柑橘果的栽培品种，如克莱门氏小柑橘、萨摩蜜橘和柑橘。像柑橘一样的果实个小，容易剥皮。

颌(mandible)：脊椎动物的下颌，与头骨分离。

口器(mandible)：某些节肢动物(如昆虫)的外口器，可抓咬食物(见59页)。

曼德拉草(mandrake)：约6种。茄科，地中海茄参属草本植物，根似人形。

山魈(mandrill)：旧大陆猴亚科动物，与狒狒相似。生活在西非森林中。体大，口鼻及后腿颜色鲜艳，呈红、蓝两色；见139页。

鬣狼(maned wolf)：一种犬科动物，与狐狸相像，体大腿长。微红色的皮毛，肩胛以上长有黑色长毛。生活在南美中部草原及矮树丛中；见9页。

白眉猴(mangabey)：共4种。旧大陆猴亚科长尾猴属。四肢长、行动灵敏，长尾。见于中非和东非热带雨林的树冠层或地面；见139页。

芒果(mango)：热带常青树种，为获取果实而广有栽培。果实可生食或熟食,亦或用在印度酸辣酱中。

莽吉柿树(mangosteen)：生长在东南亚，所结果实名声远扬，品质极佳。

红树属树木(mangrove)：生长于热带沿海沼泽地的木本植物。一些树种的树皮被用来鞣革；见215—217页。

甘露(manna)：一种可以食用的植物渗出液，干时变硬，多为甜味。现多产自花白蜡树，《出埃及记》中所提甘露可能产自柽树或地衣。

蝠鲼属(manta)：蝠魟科大鳐鱼，尤指最大的鳐鱼，其两胸鳍末端相距达6.5米(21英尺)。以浮游生物为食。常在近海水面逡巡，当水流经过，便通过鳃过滤出可吃的生物。有时此属鱼类也被叫做“魔鬼鳐”。

螳螂(mantid或mantis)：网翅目螳螂亚目外翅类昆虫，约2000种。主要产于热带(见61页)。头部可随间距宽的大眼转动，前胸长，多刺的前腿向后转动，是得力的捕捉工具。捕食范围很广，从其他昆虫到小鸟，从蜥蜴到青蛙都是其猎取的对象。它们经常飞起，还可伪装起来以防止潜在猎物的察觉；见164页。

拟螳螂(mantispid)：脉翅目拟螳螂科昆虫，种类不多。成虫

极似小螳螂，结实的前腿可捕食猎物(见59页)。幼虫寄生在蜘蛛或其他昆虫的卵或幼体上。

地幔(mantle)：地壳以下的地层，深达2900公里(1800英里)。上层坚硬，与地壳一起构成岩石圈(250公里/155英里)，下层熔化的部分形成软流圈；见8页。

槭树(maple)：槭树科槭树属落叶或常青乔木及灌木，约200种。生于北温带及热带。叶片虽完整但常被剪去。秋季多富有迷人的色彩，属观赏性植物，如鸡爪枫。槭树汁就是由糖槭树提取而来。

地中海沿岸的灌木丛林地带(maquis)：低矮灌木欧石南丛生的退化植被，富含球茎类植物，可以放牧，也可烧柴。

巴塔哥尼亚野兔(mara或Patagonian cavy)：啮齿目动物，与豚鼠同科。长腿，短粗鼻，体型大，为食草类动物。生活在南美干旱的野草地。

大理石瘿(marble gall)：光滑的大理石状瘿，生长在栎树上。因瘿蜂将卵排在枝芽上引起，俗称栎瘿。

杉叶藻(mare's tail)：温带及寒带地区多年生草本植物，多为水生，因其水下幼芽的外形而得名。

虎猫(margay)：带有黑色斑纹的黄棕色猫科动物，善爬树。生活在南美及中美的森林及灌木丛林中。

万寿菊(marigold)：菊科一年生草本植物，属栽培花卉。品种繁多，如屋顶长生花。还有一些栽培品种叫万寿菊，如毛蕊属植物和非洲万寿菊。

海洋生态系统(marine ecosystems)：见220－221页。

墨角兰(marjoram)：牛至属多年生草本植物，气味芳香，品种繁多，如莱乔栾那和牛至或墨角兰可用于烹调。

枪鱼(marlin)：长嘴鱼，共两种。

狨(marmoset)：狨科卷尾猴。体小，居于树上，属群居动物，日间活动；见136页，138页，158页。

旱獭(marmot)：啮齿目松鼠科旱獭属动物。状似松鼠，体型大，群集穴居。生活在北美及欧亚大陆的高山草地属冬眠动物；见133页，211页。

滨草(marram grass)：欧洲及地中海禾本科植物，见于海滨沙滩，靠向外伸展的根茎固定。美洲滨草与之相近。

西葫芦(marrow)：葫芦科蔓生类，一年生草本植物。生长在温带地区，作蔬菜种植。果实略带圆柱形。其变种包括密生西葫芦和南瓜。

沼泽锦葵(marsh mallow)：锦葵科，多年生草本植物，生长于欧洲及地中海地区。根部可生出一种粘液，用于甜食中。

沼泽(marsh)：1.(英国)自然环境中的湿地，矿物土壤，每年大部分时间浸在水中，但一般不被淹没。泥炭构成贫瘠。2.(在美国)芦苇、莎草丛生且地下水位高的地方(欧洲也叫"沼泽")。

有袋动物(marsupial)：有袋目哺乳动物，共18科，266种。包括袋鼯、袋鼠、毛鼻袋熊、袋狸、树袋熊等等。大部分生长在大洋洲。但最具代表性的却产在南美(主要是袋鼯)。有袋动物与有胎盘哺乳动物的最大差别在于繁殖系统的不同。它从有胎盘动物中分化出来，不断发展完善，广泛适应周围的生活环境，在完整的动物类别构成体系中，具有代表性；见17页(方框)，100页，101页，103－105页。

袋猫(marsupial cat)：食肉类有袋目有袋动物。外型像猫，体型大。棕色的皮毛带有白色斑点。仅见于新几内亚地区。关于已灭绝的袋猫见99页。

囊蛙(marsupial frog)：在皮囊内产幼仔的青蛙。作为部分交配行为，成年蛙将卵排在囊中(如某些南美种类)，或者刚孵出的蝌蚪靠蠕动爬进袋囊(像澳大利亚囊蛙或后袋蛙)；见81页。

袋鼹(marsupial mole)：有袋动物科哺乳动物，仅一种。这种澳洲独有的哺乳动物长有粗壮的角质鼻甲和用于刨挖的大前爪。生活在地下；见104页。

袋鼬(marsupial mouse)：与鼠相似的有袋动物统称。体型小，以虫为食。仅见于新几内亚地区。

育儿袋(marsupium)：有袋哺乳动物的腹部育儿袋。未成年幼体出生后，即在此袋囊中生长；见103页。

貂(marten)：貂科松貂属动物，棕色，体型小而粗壮，腿短尾长，尾毛浓密，见于北美及欧洲大陆的森林。很像臭鼬，善攀爬；见131页。

燕科(martin)：毛脚燕属。如毛脚燕；见95页。

乳香(mastic)：用于清漆或胶姆糖的树脂。可从许多植物中提取，如黄连木属和胡椒树。

鞭毛菌亚门(Mastigomycota)：两真菌纲之一；见35页。

乳齿象(mastodon)：长有长鼻的哺乳动物，已灭绝。与现存大象血缘相近；见108－109页。

穗缘髭龟(matamata)：南美淡水海龟(龟鳖目)，甲壳粗糙，头呈三角形。潜伏在水下，猎食时常猛地张嘴，将水和猎物一起吸入。

巴拉圭茶叶(mat或mate)：冬青属植物叶，在南美，像茶一样被当做饮料饮用。

交尾(mating)：引起授精的交配行为。求偶行为在先，交配行为在后。交配行为发生在不同的交配系统(见157－158页)。

蜉蝣(mayfly)：外翅类蜉游目昆虫。整个生长过程处于水栖蛹状态。幼虫食草或食肉。不进食的成虫蜉蝣没有功能意义上的口器和排泄口。在它仅存活的几个小时内，完成交配和排卵。以假蝇钓鱼的鱼夫们还仿照成虫蜉蝣，制作装在钓鱼钩上的饵料；见61页，62页，219页。

蓝草(meadow grass)：英国对早熟禾属植物的称呼。

草地鹨(meadowlark)：陆生的美洲拟椋鸟，中等大小，以地面昆虫为食。

伪步行虫(mealworm beetle)：伪步行虫属拟步甲科昆虫。中等大小，颜色从深棕到黑色不等。它们有时会成为偷食储备粮的害虫。幼虫可作鸟食和鱼饵。

粉蚧(mealy bug)：介壳虫(半翅目昆虫)。雌性外壳附有一层白色蜡状物，多为庄稼害虫。

机械性刺激感受作用(mechanoreception)：对机械能的敏感性，是听觉、平衡感等感觉的基础；见190－191页。

地中海特征(mediterranean)：具有地中海气候及植被特点的；见199页(图)，205页。

欧楂属植物(medlar)：蔷薇科低矮乔木，原产欧洲东南部和亚洲。其状似苹果的果实可作蜜饯等加工食品。

延髓(medulla oblongata)：存在于脊椎动物体内。为大脑的一部分，与呼吸、心跳这样的无意识行为有关；见183页。

水母(medusa)：两种腔肠动物生物体之一，主要指自由游动的倒悬水螅虫。水母是典型的类水母体腔肠动物；见53页。

笔尾獴(meerkat或suricate)：灵猫科动物，体小尾长，喜群居。灰色夹有黑色斑点。见于南部非洲的干燥开阔地；见123页。

大翼手亚目的(megachiropteran)：两个蝙蝠亚目中体形较为

小巧的一支大翼手亚目(狐蝠)：见118－119页。

冢雉(megapode，mound-builder或scrubfowl)：鸡形目冢鸟科鸟类，共19种。在沙丘上孵卵；见95页。

大孢子(megaspore)：存在于具异形孢子植物与结种子植物的体内。较大的孢子中包含卵子；见38页。

减数分裂(meiosis)：性细胞从身体细胞产生出来的过程；见22页。

黑色素(melanin)：暗棕/黑色色素。常见于含特殊黑色素细胞的皮肤和毛发中；见96页(方框)。

草樨属植物(melilot或sweet clover)：豆科草木樨属草本植物，约20种，盛产花蜜。其中几种可作饲料。

瓜(melon)：1.甜瓜，一年生藤本植物，与黄瓜同属。果肉汁多，具芳香之气，有许多栽培品种，包括罗马甜瓜。2.西瓜。葫芦科一年生藤本植物，果实多汁。生长在热带及亚热带地区。多为获取果实而栽植。

膜(membrane)：1.包裹或连接各器官的一层组织膜，薄而柔韧。2.细胞膜，细胞周围将各个细胞分离开来的物质。

记忆力(memory)：一段时间过后，对经过过程的印象或看法的回忆。

孟德尔，格雷戈尔(Mendel,Gregor)(1822－1884)：奥地利神父，现代遗传学创始人。1865年，他发现了遗传基因原理，次年公开发表。但直到1900年才被德弗里斯重新认识，并开始得到重视；见13页，22－23页。

油鲱属鱼类(menharden)：为鲱鱼近亲。见于美国北部大西洋海岸的巨大浅水沙洲，肉质多油，可加工成鱼粉油和肥料。

月经周期(menstrual cycle)：见185页。

秋沙鸭(merganser或sawbill)：鸭科动物，体小，嘴扁且呈锯齿状，共两种。胸部为红色的秋沙鸭生活在北方河流和湖泊中；见96页。

分生组织(meristem)：植物中被有丝分裂分割的细胞群，可促成植物生长和组织形成。分生可以是宏观的(如在发育的胚胎之中)；也可是微观的(如在茎的顶端、根部或发育中的叶子边缘)。主要的分生组织自始至终都有分生活动。次要的分生组织(如形成层，在树中可生成木质)从分裂的细胞中产生；见32页。

灰背隼(merlin或pigeon hawk)：见于北半球的隼，体型小，全身暗色羽毛，身下带红色。

海猫(mermaid's purse)：包裹软骨鱼受精卵的一种结实的保护囊。

龙舌兰(mescal或peyote)：一种无刺的仙人掌。原产北美南部，含莫斯卡灵生物碱。这种毒碱具有致幻作用，已有上千年的药用历史。

中胚层(mesoderm)：在发育中的动物胚胎中间细胞层，生成循环系统及肌肉等；见186页。

中间体(mesosome)：原核生物细胞中，包裹原生质的细胞膜所在区；见24页(方框)。

中生动物(mesozoan)：成员为数不多的中生动物门类。最有代表性的是简单低级的、寄生在其他动物身上的微型寄生虫，类似扁虫。它们结构简单，与其他动物的关系不甚明显，但生长过程却较为复杂。

中生代(mesozoic era)：地质年代。2.5亿－0.65亿年前。

牧豆树(mesquite)：豆科乔木，原产北美南部，为牛饲料、木材、燃料及树脂来源。

代谢途径(metabolic pathway)：由酶催化而成的化学反应顺序，可导致复合物的分解(分解代谢)或合成(合成代谢)。

代谢(metabolism)：生物体中化学变化的总称，包括生长、能量的产生、呼吸等等。

变态(metamorphosis)：动物身体结构所发生的急剧变化，如蝌蚪到青蛙(见80页)或昆虫幼体到成虫(见60页，62－63页)的变化。昆虫有两种变态，内翅类，如甲虫、蝴蝶和蜜蜂在变成成虫之前所经过的幼虫及蛹阶段(全变态)；而像蚱蜢和蜻蜓一样的外翅类昆虫，幼虫阶段(蛹)基本上与成虫相似(不完全变态)；见187页。

后哺乳下纲动物(metatherians)：后兽亚纲有袋目哺乳动物；见100－101页。

后生动物(metazoan)：后生动物群中动物。由多细胞动物组成，但海绵动物(也叫侧生动物，见52页)除外。单细胞动物样的原生生物聚集在一起，形成原生动物；见26页。

陨星(meteorite)：岩石样物体，原为绕太阳旋转的流星体，后陨落至地球。有人提出陨星是氨基酸的来源，它为地球上生命的起源提供了条件，并有可能是恐龙灭绝的一个原因；见7页，84页(方框)。

甲烷(methane)：一种无色、无味的可燃性气体，出现在早期的大气层中，可能是促成生命起源的一种气体(见7页)。甲烷是反刍动物排出的废气(见方框，112页)，也是一种造成温室效应的气体(见225页)。

微生物(microbe)：只有在显微镜下才看得见的生物体，有时仅限于细菌和病毒。

微生物学(microbiology)：研究微生物的生物学。

微体(microbody)：一个细胞器类型；见20页(方框)。

翼手目动物的(microchiropteran)：两蝙蝠亚目中较大的一支；见118页，119页。

微丝(microfilaments)：细胞质上的一种可收缩细丝，细胞器便沿此移动，如线粒体；(见20－21页)。

微寄生物(microparasite)：在显微镜下才看得见的寄生物；见168页。

珠孔(micropyle)：结籽植物之胚珠结构，花粉(或花粉管)通过珠孔到达珠心；见38页。

微蜥蜴(microsaur)：两栖动物生物种类，已灭绝，可能是现存蚓螈的祖先；见78页。

小孢子(microspore)：存在于具异形孢子及产籽的植物中，含有雄性配子(性细胞)的较小孢子。在结籽植物中，小孢子成为花粉粒。

蠓(midge)：几种双翅目昆虫中各科昆虫的统称。幼虫常为水生。成虫与蚊子相似，但较小。通常靠近水域，量多便成为一害。“midge”也可笼统地指“小昆虫”。

水师鱼(midshipman)：水师属蟾鱼，一种浅水鱼。有着一般深水鱼才有的发光器官，而正是这一特点使它显得与众不同。它们还因能集体发出岸边可听到的叫声和口哨声而颇出名。

产婆蟾(midwife toad)：共3种。两栖纲无尾目盘石蟾科动物。分布于西欧及北非。它们照顾子女的方法很特别，雄性蟾蜍在身后拖着一串卵，并把它们盘绕在后腿上；见79页，81页。

木犀草(mignonette)：木犀草科，欧洲及地中海木犀草属一年及多年生草本植物，种类很多。能散发一般香气，常人工栽植。

迁徙(migration)：从一住处到另一住处的迁徙活动。通常为

周期性的，因季节或其他几乎定期重复发生的因素而引起；见170－171页。另可见：甲壳纲动物67页；鱼类76页；两栖动物80页；爬行动物86页；鸟类96页，97页(方框)；羚羊115页；蝙蝠118页；鲸145页。

霉病(mildew)：1.生长在植物表面引起病变的真菌。2.使织物和涂布等物品上形成斑点，并使之质量下降的真菌或细菌。

奶(milk)：一种含蛋白质和脂肪的营养液体。由哺乳动物分泌，供其幼仔吮吸；见98页(方框)，100页，185页。

马利筋(milkweed)：罗蘑科，美洲和非洲马利筋属多年生草本及灌木植物，可产奶状乳液。

黑脉金斑蝶(milkweed)：一种蛱蝶属蝴蝶，广泛分布于非洲及亚洲以外的地区，因在北美迁栖时间很长而知名(见170页)。

黍(millet)：几种谷类禾本植物的统称。主产区为亚洲和部分非洲地区。其共同特点是生长期短，能够在贫瘠的土地上及炎热干旱的条件下生长。所产谷物多为人类消费。此类作物也可作饲料作物种植。

倍足亚纲节肢动物(millipede)：倍足纲食草类节肢动物，约8000种。其特点是整个身体由许多节组成，每节都有一双腿；见68页(方框)，177页，201页。

拟态(mimicry)：即制造假象。模拟其他物体外部形态的一种行为。互相排斥的动物之间，如蜜蜂和黄蜂，相互模仿，以免被对方吃掉(缪式拟态)；一些无侵害行为的动物，如食蚜虻，也像相斥动物一样(警戒拟态)。两种拟态均以减少被捕食为目的。一些动物模拟无生命或不可食物体的外部形态，也是一种防卫方式；见153页，166－167页。

含羞草属植物(mimosa)：约400种。豆科新大陆含羞草属草本、藤本、灌木及乔木植物，能对外界刺激作出反应。

沟酸浆属植物(mimulus或monkey flower)：约150种。玄参科沟酸浆属草本及灌木植物，产南非、亚洲及美洲，如香沟酸浆。

水貂(mink)：鼬属貂，共两种。状似鸡貂，光滑的棕色皮毛，体长腿短。见于北美及欧洲近水处；见131页。

小须鲸(minke whale或lesser rorqual)：长须鲸——温鲸中最小的一种；见145页。

米诺鱼(minnow)：鲤鱼科小鱼的统称，尤指鲦属欧洲鱼种。大量生存于河流和小溪中。有时泛指其他生物群中的小河鱼。

薄荷属植物(mint)：唇形科薄荷属芳香类草本植物，大多为多年生，共25种左右。生长于欧、亚、非三大洲的温带地区。包括种植广泛的薄荷及留兰香。

密西西比纪(Mississippian period)：在美国，石炭纪被分成两期，密西西比纪为前期；见4页。

槲寄生属植物(mistletoe)：桑寄生科半寄生灌木，白果槲寄生为原产英国的寄生子属植物。

螨(mite)：蛛形纲螨目小寄生动物，包括瘿螨、鸡螨、疥螨、秋螨、红叶螨和水螨；见68－69页。

线粒体(mitochondrion)：真核细胞内一个细胞器类型；见20页(方框)，21页。

有丝分裂(mitosis)：体细胞分裂机制；见22页。

混交林(mixed forest)：阔叶落叶树与针叶树混合构成的森林。在北美大湖区很有代表性；见207页，208页。

恐鸟(moa)：鸵鸟目恐鸟科新西兰鸟类，不善飞，新近灭绝，为毛利人，或许也为早期欧洲定居者所识。其中一种大型恐鸟直立可逾3米(10英尺)；见97页(方框)，214页。

围攻(mobbing)：一群潜在猎物(如小鸟)对食肉动物(如枭)的骚扰，此种行为常包括佯攻和高声鸣叫；见148页(方框)：167页。

嘲鸫科(mockingbird)：共34种，嘲鸫族雀形目鸟，与椋鸟同科。这种棕/灰色的、鸫一样的鸟，长着长尾巴、生活在北美及南美的灌木丛林地带，区域性强，许多种类模拟声音的本领极强；见15页。

翻车鲀(mola或ocean sunfish)：翻车豚科3种大型海洋鱼类中的一种。最大的翻车鲀长达4米(13英尺)，身体呈圆盘形，背鳍很高，臀鳍由顶至底突起，其他种类身体较长，但形状大致相同。大型标本很少，其生物特点也鲜为人知。

臼齿(molar)：哺乳动物又大又平的后牙，用来研磨和咀嚼；见98页(方框)。

鼹鼠(mole)：食虫目鼹鼠科哺乳动物中27种动物的通称。另两种为俄罗斯小磨鼹。鼹鼠居于地洞，适应性强，主食蚯蚓。广布于欧洲、亚洲和北美；见120页，121页。

蝼蛄(mole cricket)：直翅目蝼蛄科昆虫。蝼蛄经过进化，现已极适应在地下的生活，前腿力大，呈铲状(见59页)。在成对的“角”状地下通道里，它们羽翅互相摩擦产生的声音也能够放大；见154页。

分子生物学(molecular biology)：研究分子生物的学科，尤指研究脱氧核糖核酸(DNA)、核糖核酸(RNA)和蛋白质的学科。

分子钟(molecular clock)：生物进化计时，以氨基酸化学结构序列的变化程度为基准；见15页(方框)。

鼹形鼠(mole rat)：非洲撒哈拉沙漠以南的竹根鼠科啮齿类动物。生活在地洞中，大多数为独居或小伙群居。无毛的鼹形鼠为群居(见方框，158页)；见135页，155页，206页。

类鼹钝口螈(mole salamander)：虎螈科蝾螈，生活于北美及中美洲，共31种。大部分时间呆在天然形成的缝隙和打造的地洞中。有几种动态持续形式，最著名的是美西螈。

软体动物(molluse)：软体动物门无脊椎动物，含7个纲，5万余种，包括石鳖、腹足纲软体动物、双壳类动物(包括蛤、蛤贝、牡蛎等)、角贝和头足动物(枪贼、鸟贼等等)；见56－57页，215页，218页。

王鹟五科(monarch flycatcher)：王鹟族雀形目乌鸦科鸟类，共98种。体型小，大多栖于森林，头部羽冠小，尾长。尾部可不停地振动。生活在非洲、东亚和澳大利亚。

原核生物(Monera)：生物体的五个界之一，包括原始细菌、细菌和支原菌；见24－25页。

獴(mongoose)：灵猫科食肉小动物，侍机捕食，生活在非洲及亚洲的栖息地；见123页。

南鼬(monito del monte或colocolo)：一种食虫的有袋目动物，体型小，生活在树上，冬季冬眠。仅见于智利凉爽的森林中。

巨蜥(monitor或varanid)：巨蜥科蜥蜴，约30种。见于欧、亚、非三洲热带及亚热带地区。皆为食肉类动物。颈长、舌像蛇一样可飞快地射出。通常巨蜥体形庞大，印尼巨蜥是其中最大的一种(见85页，89页)。

猴(monkey)：所有高级灵长目动物的统称，但眼镜猴、类人猿和人除外。已知两种主要门类为新大陆猴(狨、小绢猴、卷毛猴、卷尾猴与吼猴)和旧大陆猴(狨猴、狒狒、叶猴、疣猴等

等)；见136页，138－139页，201页。

单子叶植物(monocotyledon)：百合纲显花植物，只有一个子叶；见45页。

单作(monoculture)：单一植物群丛，通常为种植而成，只含一种作物或者是一年生作物，如苞谷；或者是树木，如云杉；见212页，230页。

雌雄同株的(moneecious)：(植物种类的)同一植物中含有雌雄两种器官，但在雌雄异体的花上，如榛树(见42页)。

单配偶(monogamy)：一种交配方式。单一雄性与单一雌性相配；为鸟类中最常见的交配方式；见158页。

单元的(monophyletic)：(生物群分类的)包括原始物种及其所有的已知后代；见19页。

单孔目动物(monotreme)：单孔目、排卵的哺乳动物。此澳大利亚独有的生物群现存仅3种：鸭嘴兽和两种针鼹；见100页，101页，102页。

季雨林(monsoon forest)：亚热带落叶树和常青树混成的森林。见于降雨集中在一年某个季节的地区，受季风控制，如在印度的北部(见插图，199页)。

蓬莱蕉(Monstera)：天南星科新大陆海芋属藤本植物，约30种。蓬莱蕉常于庭院栽培。

山地森林动植物区(montane regions)：林木线以下的高山地区，或有森林覆盖，或因人类活动(如家畜啃食)失去树木。

淡水鲱(mooneye)：北美同眼鱼科淡水鱼，与骨舌鱼同目，共2种。

刺毛鼢猬(moonrat或gymnure)：食虫目猬科哺乳动物，共17种，其中的5种通称为刺毛鼢猬，另12种为刺猬。刺毛鼢猬类似刺猬，见于中国及东南亚，常栖于森林之中；见120页。

黑水鸡(moorhen)：鹤形目秧鸡科水鸟。呈黑色，嘴为红色和黄色，底部有鲜红色色斑。

高沼地(moorland)：低矮灌木植被，主要由欧石南构成。人类大量砍伐树林之后，在高地及相对高降水量条件下形成(见213页)。土壤上部常形成泥炭层。高沼地与低地和石南荒原连成一片。

麋(moose或elk)：一种粗壮的鹿。阔口鼻，隆肩，雄性长有掌状的鹿角。是鹿科动物中最大的一支。见于北美(北美麋)和欧亚大陆(麋)的森林地带；见196页，209页。

海鳝(moray)：海鳝科鳗，共110种。这些鳗既无腹鳍也无胸鳍，颚上有锋利的牙齿；见75页(方框)。

摩根，托马斯·亨特(Morgan,Thomas Hunt)(1866－1945)：美国生物学家，被誉为现代遗传学之父。他专门对实蝇科小蝇进行研究，并建立起一门学说，认为某种相互关联的特征一般要同时继承下来。他还发现了同源染色体之间遗传物质交换的现象(见23页)。

番薯属植物(morning glory)：旋花科，缠绕藤植物，原产热带美洲。作观赏类植物种植，花在午夜时分凋零。

形态学(morphology)：研究生物体形态及结构的学科；为比较解剖学的基础(见14页)。

桑椹胚(morula)：在胚胎学中指由细胞组成的实心球。因动物受精卵(合子)最初的细胞分裂而产生；见186页。

沧龙(mosasaur)：已灭绝。沧龙属海洋爬行动物，与巨蜥有血缘关系，在白垩纪时期兴盛一时；见82页，84页。

蚊(mosquito)：双翅目蚊科小昆虫。雌性为吸血虫，雄性以花为食。虽常见于热带，是重要的病菌携带者，但在世界各地均有分布。一些种类在冰原地区短暂的夏日季节竟也数量极多。已知1600余种。幼虫为水生，以颗粒物为食；见59页(方框)，64页，211页，230页。

藓类植物(moss)：苔纲苔藓植物；见36－37页，207页，208页，211页，216页。

布满苔藓的森林(mossy forest)：处于高降水量的环境下，且为高海拔或海洋性气候的森林。苔藓植物(苔藓、叶苔等等)则是生长在树枝表面上的重要体表寄生菌。

蛾(moth)：鳞翅目昆虫，但不是蝴蝶(如不属于凤蝶科或挢蝶科总科)。它们常夜间活动，休息时，翅膀与腹部相贴，并与之处于同一翼面。但蝴蝶与飞蛾之间的差别在分类学上无太大意义；见59页(方框)，64页，166页。

梅花草(mother-of-thousands)：1.长有葡萄茎的虎耳草花，常见于庭院栽培。2.常青藤叶状的柳穿鱼或破铜钱，一种常在破旧的墙上攀缘生长的多年生植物。3.一种在温室中种植，可长成地毯状的植物。

能动的(motile)：能够游动的(常用来形容有这种能力的微生物体和精子。)

动机(motivation)：影响动物对外界刺激(如食物)的反应或敏感性的内部心态(如饥饿)；见149页。

运动神经(motor nerve)：见182页。

欧洲盘羊(mouflon)：一种暗棕色野羊，体形小，羊角大而弯曲。生活在多丘陵的山区。见于科西嘉岛、撒丁岛、塞浦路斯、小亚细亚和伊朗。

蜕皮(moulting)：节肢动物、爬行动物，鸟类以及哺乳动物蜕掉身体外壳(角质层，介壳、羽毛、皮毛)的过程。就昆虫和其他节肢动物而言，蜕皮过程与生长过程相统一。蜕皮由蜕皮激素引发。

桉树(mountain ash)：桉树属植物。

鼠獭(mountain beaver或sewellel)：一种陆生的、好打洞的、松鼠形啮齿类动物。类似小山狸，生活于北美东部针叶林中。为山狸科惟一成员。

小家鼠(mouse)：鼠科大家族中，数目众多的鼠形啮齿类动物通称。小家鼠和大老鼠的区别主要在于大小的不同。小家鼠也常用来泛指鼠属种类，尤其指为害世界各地的家鼠(见方框，134页)。其他与小家鼠多少有些相像的啮齿类动物也叫小家鼠；见133页，134页(方框)，135页，195页，213页。

鼠尾蝠(mouse-tailed bat)：小翼手亚目鼠尾蝠科蝙蝠，共3种。这些食虫小蝙蝠因尾巴细长无毛而得名。见于中东到东南亚的干旱地带。

口育(mouth-brooding)：(指鱼类，如丽鱼科鱼)尤其在遇到危险时，用嘴传送和保护卵及幼仔；见74页。

口器(mouthparts)：节肢动物和其他无脊椎动物口周围成对的进食结构；见59页，178页。

走动(movement或locomotion)：见27页(原生生物)，176－177页(动物)。

粘蛋白(mucin)：各种氨基蛋白质，溶于水中(像唾液、黏液等)，可形成黏稠的黏性溶液等等；见160页。

泥蜂(mud dauber)：泥蜂科干泥蜂属黄蜂，分布于热带、亚热带。用泥或粘土揉捏成形，筑成含10－15个巢室的蜂窝。巢室中存有蜘蛛作为食物。

泥滩(mud flat)：沿岸，尤指港湾中形成的生物系统。在这一生物系统中，泥培养基顺流而下，来自陆地生物系统的有

机物分离出来。淤泥滩中无脊椎生物丰富，因而捕食此类生物的动物也很丰富，如浅水鸟(见96页)。

泥螈(mud puppy)：泥螈属(洞螈科)蝾螈。有5种同属动物常被称作“泥狗”。泥螈为幼期性熟动物，即在幼虫形态下，性发育成熟(见81页)。

弹涂鱼(mudskipper)：能够在淤泥滩上走动的弹涂鱼属虾虎鱼；见217页。

桑树(mulberry)：约12种，桑属植物。果实与黑刺莓相似，多汁可食。果实可从花的花被部分剥离出来。在中国，种桑为了养蚕和获取木材。在日本，与之有亲缘关系的构树可提供造纸纤维材料。

毛蕊花(mullein)：约360种。玄参科毛蕊花属。大多为两年生草本植物，一些为花园中观赏植物，分布于地中海地区。

鲻科鱼(mullet)：鲈形目鲻科鱼。主要为海洋和咸水鱼类，见于温带和热带海洋。圆柱状身体，口鼻粗短，于海底觅食。

群居(multi-male group)：一种群居组织。许多雄性及许多雌性生活在一起。其中一些个体或所有个体都可生殖；见159页。

绿豆(mung bean)：热带及亚热带豆科植物，豆荚和种子可以食用。中国豆荚常指发芽的绿豆。

麂(muntjac)：共5种。麂属棕色鹿，体型小，鹿角小且结构简单。栖于森林，原产印度、亚洲东部和东南亚。已被引进其他地区。

苔(Musci)：苔藓植物纲，包括藓类植物；见37页。

肌肉(muscle)：身体组织。通常由细长的细胞或纤维组织构成，若固定在某一固定点上，便可收缩、运动；见176页，177页。

蘑菇(mushroom)：伞菌或牛肝菌属真菌。有时限指普通的蘑菇和与之相近的菌类。但在20世纪50年代的一次庭审判决上，人们指定将含有美味牛肝菌真菌的汤叫做蘑菇汤。

麝(musk deer)：共3种。偶蹄目科反刍哺乳动物，与鹿相似，尤见于亚洲中部及东部的森林地带。

麝牛(musk ox)：偶蹄目动物(与绵羊和山羊有亲缘关系，但与牛没有关系)，像牛，体型庞大、结实有力。皮毛粗长，呈浅黑色，短尾，曲角。成群生活在北美和格陵兰的极地冻原上；见115页。

麝鼠(muskrat)：鼠亚目鼠科啮齿类动物。水陆两栖，像老鼠，但体形大。原产北美，引进到欧洲。口鼻不太突出，尾巴秃而长。其特别之处是后脚有蹼。

贻贝(mussel)：贻贝科双壳软体动物。主要生长在潮浸区，见于温带，为重要的食物来源。其中几种可养殖。它们通过结实的丝线附着在岩石或其他贝壳、绳索等物之上；见56页。

芥(mustard)：幽芥芥菜或有亲缘关系的白芥。种子经过研磨可制成佐料。拌色拉用的白芥末与水芹嫩叶混合调料中的芥为白芥或欧洲油菜。

鼬科动物(mustelid)：食肉目鼬科哺乳动物。食肉动物中最大的生物群，共67种，包括鼬、獾、臭鼬、水獭等等。一般说来，体形由小到中，大小不等。为独居动物。鼬科动物可居住的地方较广，既可陆栖，也可水栖，除澳大拉西亚、马达加斯加和南极洲之外，各地均有所见。

发情(musth)：指成年公象处于一种强烈的性亢奋状态，常伴有愈来愈强的侵略性；见109页。

突变(mutation)：脱氧核糖核酸(DNA)自我复制时突然发生的一种变化，是进化中起重要作用的一种机制；见13页，15页(方框)，16页，22页。

菌丝体(mycelium)：构成真菌植物体的菌丝(细丝)群；见35页。

支原菌(mycoplasm)：原核生物群中微型有机体；见24页。

菌根的(mycorrhizal)：(真菌的)在与高级植物根部相连的共生结合体上生长着的。真菌从植物身上获取碳水化合物，并为它提供矿物质，如磷酸盐；见35页。

家八哥(mynah)：雀形目椋鸟科鸟类，约10种。与椋鸟亲缘关系极近且与之相类似。产于东方及澳大利亚，常见于亚洲南部并已迁栖到城市。其中一部分已成笼中鸣鸟。

啮齿动物(myomorph)：鼠亚目啮齿类动物，像小家鼠一样的啮齿类动物；见133页。

多足纲节肢动物(myriapod)：节肢动物类。其特点是体长，呈节段状，长有多条腿。其中百脚和倍足纲节肢动物最为重要；见68页(方框)。

没药(myrrh)：香、香水和药物中成分，由阿拉伯和非洲东北部的没药属植物中提取，如没药树。

没药树(myrrh)：欧洲没药。欧洲的多年生草本植物，叶芳香。

桃金娘科植物(Myrtaceae)：双子叶植物科，包括桉树属植物；见45页。

香桃木(myrtle)：一种芳香类常绿灌木，原产于地中海地区和西亚，但已引种到其他地方，用于香料及药物之中。与之无亲缘关系的甜香杨梅被用作啤酒调味材料。

黏菌(myxomycete)：原生生物黏菌生物群中之黏菌；见26页(方框)。

核苷酸(NAD)：烟酰胺腺嘌呤二核苷酸(首字母缩合)，其还原型烟酰胺腺嘌呤二核苷酸($NADH^+$)为细胞提供可利用的能量形式；见21页。

水仙(narcissus)：石蒜科水仙属球茎类草本植物，约60余种。产于欧洲、西亚及北非。长有大喇叭形根茎的叫黄水仙。许多品种或栽培品种被当做观赏花卉种植，如丁香水仙(又叫长寿花)。

独角鲸(narwhal)：大小中等(长6米/20英尺)，长有牙齿的鲸(鲸目)。生活在极冷的水域，螺旋状的长牙齿为其明显特征(雄性)见145页。

水田芥(nasturtium)：一植物属，包括6种。通常为多年生草本植物。

旱金莲(nasturtium)：旱金莲属一年或多年生草本植物，尤指常见于花园中的金莲花。

国家公园(national park)：政府划出的一片地域，用作保留地(有时作娱乐场所)。不同国家有各种不同的处理方法；见232页。

黄条蟾蜍(natterjack toad)：欧洲蟾蜍(无尾目)。强壮有力，叫声大，后腿短，蹦跳行进，但不齐脚跳。

自然选择(natural selection)：生物进化理论。适应环境能力较强的生物个体与其他同类个体相比能更好地生存下来并繁衍后代；见13页，16—17页。

自然保护区(nature reserve)：为野生生物物种划出的区域，(理论上)严格禁止人类入内；见232页。

先天性与后天养成(nature versus nurture)：(动物和人类)行为学学者就天赋与环境的影响在决定个体的行为、智力等方面哪个因素重要而长期争论的话题。

无节幼体(nauplius)：初生甲壳动物的幼虫阶段；见66页。

鹦鹉螺(nautilus)：头足纲鹦鹉螺属软体动物，特别是鹦鹉螺，是过去非常重要的带壳头足纲(鹦鹉螺)动物中残留的一支，故颇引人注目。它的腔壳具保护作用，可产生浮力，通过改变腔中的气体量，在水中作升降运动。它还是食肉动物，靠为数众多的触手捕捉甲壳动物。

领航(navigation)：一种指引动物迁徙方向的高级形式。

新北区(Nearctic)：动物群区；见50页。

花蜜(nectar)：植物花所产的糖液，用来吸引传粉昆虫；见42页。

花蜜引线(nectar guides)：花瓣上的点或线，可引导传粉昆虫到达有花蜜的地方；见42页。

蜜桃(nectarine)：桃的变种。作变种栽培的时间很长。外表光滑，味道独特。

针叶(needle)：细长而尖的叶片结构，如松柏目植物的刺或叶；见39页。

颌针鱼(needlefish或garfish)：共32种。主要为海洋鱼类。体态细长，上颚及下颌也细长。

自泳生物(nekton)：于水体中部自由游动的水栖动物总称。与居于海底(底栖的)、随水流飘动的动物和浮游生物相对；见218页，220页。

自泳生物的(nektonic)：1.(水栖动物的)在水体中层自由游动的；此类动物统称为自泳生物。2.(水栖区的)中间区域，介于表层和底层之间。

刺细胞(nematocyst)：腔肠动物体内一种特殊的细胞；见53页，56页。

线虫(nematode)：一种蛔虫；见55页。

龙面花属(Nemesia)：属名，含65种草本及灌木植物，原产地为南非。园艺栽培则源于龙面花。

新达尔文学说(neo-Darwinism)：术语。有时被用来指生物进化研究中的现代遗传方法；见16－17页。

幼期性熟或幼态持续(neoteny)：在幼稚形态就能繁殖的能力，或在成年形态下保持幼期的特点；见79页，81页。

新热带区的(Neotropical)：1.动物群区；见50页。2.植物群区；见30页。

原肾(nephron)：无脊椎动物体内简单的有管排泄器官；见179页(方框)。

肾单位(nephron)：脊椎动物的较小的肾功能单位；见179页。

近海带(neritic zone)：海洋生态系统的沿海区。

神经索(never cord)：许多无脊椎动物体内都有一束成对的神经纤维，通常，其中的一条贯穿整个机体，为大脑与身体其余部分的联系提供主要的神经通道。在脊椎动物，神经索就是脊髓；见59页，182页，183页。

神经网(nerve net)：一种结构简单，无中心的神经系统，见于腔肠动物，如螅体；见182页，183页。

神经系统(nervous system)：由神经细胞组成的网络系统。系统中，细胞相互关联，结构略显复杂，它在细胞之间起到快速联系的作用。因此，也是使身体活动与功能相统一的系统；见50－51页，55页，57页，59页，182－183页。

巢(nest)：产卵或幼仔并施以保护的地方或构造；见95页，160－161页，185页。

雏鸟(nestling)：离巢之前的幼鸟。

原生生物群(net)：属粘菌类；见26页(方框)。

荨麻(nettle)：约50种一年或多年生草本植物，通常长有刺毛。为荨麻科荨麻属，如大荨麻。

神经管(neural groove/tube)：动物胚胎中的槽经封盖形成管状，是中枢神经系统的基础；见186－187页。

神经调质(neuromodulator)：见182页(方框)。

脉翅目昆虫(neuropteran)：内翅类昆虫，包括鱼蛉、驼蛉、草蛉、蚁蛉和粉蛉等；见61页。

神经分泌细胞(neurosecretory cell)：见182页(方框)。

漂浮生物(neuston)：生活在湖泊或池塘水面或水面下的小动物。

水蝾(newt)：蝾螈科，“真正的”蝾螈科内的22种水生蝾螈的统称。水蝾产于欧洲、西亚、北美洲、中国和日本。水蝾的非常仪式化的求偶举止是其显著的特征；见80－81页。

生态小生境(niche，ecological)：在生态系统内，一种生物所处的地位；见195页。

烟草(Nicotiana)：茄科中约70种草本植物或灌木。烟草可作为经济作物或观赏植物来栽培。

瞬膜(nictitating membrane)：“第三眼睑”，某些哺乳动物及大部分两栖动物、爬行动物、鸟类等的能遮挡眼球的保护膜。

仍留巢的(nidicolous)：(被孵出的鸟)看不见，无防御能力而留在巢里几个星期的；见95页。

孵出后立即离巢的(nidifugous)：(被孵出的鸟)孵出时发育得很好，并能立即离巢的；见95页。

夜鹰(nighthawks)：与美洲欧夜鹰有近缘关系的鹰，共有8种。这类鹰翼长，飞行样子像蝙蝠。黄昏时，盘旋在树林上方，捕捉昆虫。

夜莺(nightingale)：小巧羞怯，橄榄绿色的鸫鸟。通常产于古北区的林区，以其圆润的歌声而著称，通常唱到夏天的夜间。

欧夜鹰(nightjar)：与猫头鹰同目，夜鹰科，有68个种，身有保护色。分布于世界各地。头平嘴宽，嘴四周生有感觉毛。在黄昏或夜间觅食，捕捉飞行中的昆虫；见90页，91页，97页，201页。

夜猴(night monkey或douroucouli)：卷尾科夜猴属，眼大，毛浓密，产于美洲，是卷尾猴科中惟一一种夜猴属动物。

茄属植物(nightshade)：1.茄科茄属，多种，如龙葵。2.露珠草，一种分布于旧大陆北温带多年生草本植物。

蓝牛(nilgai或blue bull)：一种短鬃灰色大羚羊，只雄性长角，生活在印度的树林中。

岩袋鼠(ningaui)：袋鼠属，像鼠的食肉性的袋鼬类有袋目动物，有两种，耳大、尾长，只产于澳大利亚中部和西北部地区。

硝酸盐(nitrate)：硝基化合物中的任何一种，由植物从土壤中吸收。它是氮循环中的一个重要阶段；见32页(方框)，197页。硝酸盐也可以通过人工合成来制造化肥；见226页。

硝化作用(nitrification)：土壤细菌对氨的氧化作用，形成硝酸盐；见197页。

氮(nitrogen)：一种元素(符号为N)，以分子形式(N_2)构成大气成分的78%。它是核酸和蛋白质的一种基本成分(见6页)。它通过植物转化成核酸和蛋白质(见31－32页)。作为氮循环的一部分，动物从植物中获取所需的蛋白质(见197页)。关于氮氧化物的污染影响见225页。

氮循环(nitrogen cycle)：含氮物质的生化循环；见197页。

固氮菌(nitrogen-fixing bacteria)：能固氮的一类细菌，如根瘤菌；见25页，32页(方框)，169页。

夜蛾(noctuid)：鳞翅目大型夜蛾科中昆虫(蛾)，包括后勋绶夜蛾和切根虫。

夜间的(nocturnal)：与夜间有关，与白天时间相对。

黑燕鸥(noddy)：鸥形目鸥科黑褐色燕鸥样鸟，有4种，圆尾、飞行慢，主要产于南半球。

节(node)：植物茎上生叶处。

不可再生资源(non-renewable resource)：任何数量有限的，一旦耗尽不能再恢复的，人类所需求的原材料，如矿物燃料和泥煤等。

去甲肾上腺素(noradrenaline)：见182页(方框)。

鼻叶(nose-leaf)：许多蝙蝠面部上的复合皮肤结构，用于回声定位；见118页。

幻龙(nothosaur)：幻龙亚目中任何一种已灭绝的海生两栖动物。繁盛于三叠纪时期，在侏罗纪被蛇颈龙所取代；见84页。

珠心(nucellus)：种子植物胚珠内的结构，它包裹着胚囊，胚囊内是卵子；见38页，41页。

核膜(nuclear envelope)：围绕细胞核的双层膜(见21页)。

核酸(nucleic acids)：脱氧核糖核酸和核糖核酸；见6页(方框)。

核蛋白壳(nucleocapsid)：病毒的核酸及蛋白层；见24页。

类核(nucleoid)：原核生物细胞内的部位，脱氧核糖核酸在其内部。

核质(nucleoplasm)：真核细胞细胞核内的原生质(见20页)。

核(nucleus)：真核细胞内的构造，内含染色体；见20－21页，27页。

袋鼬(numbat或banded anteater)：袋食蚁兽科一种无袋的有袋目动物，是袋食蚁兽科中的惟一一种。它有坚实的带爪前腿和长舌，以白蚁为食，只产于澳大利亚西部。

婚垫(nuptial pad)：雄蛙每个拇指球上的增厚部分，用来在交尾时抓住雌蛙。

坚果(nut)：一种干燥的、有木质果皮的不开裂的单种子果(如榛子)。杏仁和花生等不属于真正的坚果；见43页。

鸱 (nuthatch)：雀形目鸱科鸟共24种，体形矮胖，栖息在树上，吃昆虫，后背通常蓝灰色，喙长。分布在南半球和澳大利亚。具有非凡的在树上跑上跑下的能力。

肉豆蔻(nutmeg)：一种摩鹿加树。种子和子壳干燥后可分别作为豆蔻调味料和豆蔻香料。

营养物(nutrient)：1.任何一种植物功能所必须的矿物质，由植物根吸收；见31页，32页，196页。关于不同生态系统内营养物的利用，见200－211页。2.食品中所含的任何有机营养物质；见178页，179页。

营养循环(nutrient cycling)：生态系统内营养物质的运动；见196－197页。

林羚(nyala)：一种灰色或褐色的羚羊，有白色条纹，鬃毛明显，角短，生活在东南非洲离水源近的浓密植物覆盖地区。

蛹(nymph)：蜻蜓和蚂蚱等外翅类昆虫的幼态阶段。蛹(尤其是水生蛹)有时指的是稚虫；见60页。

睡莲科(Nymphaeaceae)：一种双子叶植物科，包括水百合；见45页。

蛱蝶(nymphalid butterfly)：蛱蝶科鳞翅类昆虫。在全世界大约5000种蝴蝶家族中，蛱蝶是个头最大，色彩最鲜艳的蝴蝶种类中的一种。成蝶长有小的，无功能性的前腿。蛱蝶类包括豹纹蛱蝶，蛱蝶和花蝶。

栎(oak)：1.山毛榉科栎属，主要分布在北半球的落叶或长青树，大约有450种。叶子通常裂开，坚果含在壳中。木材坚硬耐久，用于建筑或制造家具；见205页，223页。2.澳大利亚栎，一种长青树，高度可达100米以上。3.非洲栎，一种热带西非洲树，木材贵重。

栎瘿(oak apple)：栎树上的瘤状物，它由瘿蜂、没食子瘿蜂把卵产在栎的芽蕾底部所引起。

皇带鱼(oarfish)：皇带鱼科，有两种，与带鱼有亲缘关系。产于各大洋，但很少见。其扁平的带状身体达7米(23英尺)长，亮银色，从头至尾长有高高的深红色脊鳍。前边的一些脊鳍伸长形成头部的颈鳍。

昆布(oarweed)：昆布属中任何一种，大型褐色海藻属。产于北温带或寒带的海岸边的浅水处或浅水下面；见221页。

燕麦(oat)：燕麦属谷物，有几个不同种类，主要长在欧洲、中亚和北美。最重要的两个品种是普通燕麦和红燕麦(阿尔及利亚燕麦)，前者适应于凉爽湿润的环境，后者耐受炎热与干旱的环境。其籽粒和麦草都可供动物食用。

海洋生态系统(ocean ecosystems)：见220页，221页，233页。

海床扩张(ocean-floor spreading)：新海洋地壳产生的过程；见8页。

大洋洲(Oceanian)：包括太平洋的一些岛屿的生物地理区域。

单眼(ocellus)：昆虫及许多非脊椎动物的简单形眼睛；见189页。

豹猫(ocelot)：一种有黑斑纹的浅黄色猫，生活在中美及南美的森林与草原地带。

八放珊瑚(octocoral)：八放珊瑚亚纲中任何一种珊瑚，包括角状珊瑚(海羽和柳珊瑚)、海笔、鞭珊瑚和管珊瑚。它们因长有八个羽状的触手而与海葵和石珊瑚不同；见53页。

章鱼(octopus)：章鱼目，海生头足软体动物。主要是较小的生活在水底的食肉性动物。

蜻蜓目昆虫(odonate)：外翅类昆虫，包括蜻蜓和豆娘；见61页。

气味专化器(odour specialist)：嗅觉细胞的特化型；见188页。

食管(oesophagus)：口腔后部至胃的肌肉管道，食物靠其蠕动通过此管；见178页。

雌激素(oestrogen)：一组能够促进雌性脊椎动物的第二性征发育的性激素(如雌二醇)。

雌性动物的发情周期(oestrouscycle)：许多雌性哺乳动物的一种由激素控制的性接受周期，与卵子的产生有关；见135页，185页。

油(oil)：1.一种液体脂肪。2.一种由几亿年前的单细胞有机物尸体形成的碳氢化合物液体；196页，227页。

油芜菁(oil beetle)：芜菁科昆虫中的任何一种甲虫。芜菁科昆虫是一群奇特的，广泛分布的昆虫，约有2000多种。其幼体生活在蜜蜂或黄蜂的巢里，以蝗虫的幼虫或卵块生活。西班牙芜菁也属于这个科。

油鸱(oilbird)：油鸱科鸟中的惟一一个种类。油鸱类似于欧夜鹰，群居而夜间活动。穴居的油鸱靠回声定位猎食与飞行。

油棕(oil palm)：油棕属中两种棕榈树的任何一种。果实可制作棕榈油。

霍加狓 (okapi)：一种独居的，反刍，偶蹄目哺乳动物，生

活在中非的热带森林中，与长颈鹿的亲缘关系最近。

秋葵(okra 或 ladies' fingers)：锦葵科，热带、亚热带一年生草本植物，可种植，其荚果可供食用或药用。

古苏格兰森林(Old Caledonian Forest)：一种以苏格兰松树为主要树种的森林类型；见 209 页(方框)。

铁线莲(old man's beard)：1.一种分布在钙质土壤地区的多年生爬在屏障上的木质攀缘植物，果实像胡须。2.松萝属中的地衣植物；见 34 页。

欧洲夹竹桃或夹竹桃(oleander 或 rosebay)：一种供观赏但毒性很强的灌木，原产于地中海地区及日本一带。

胡颓子属植物(oleaster)：一种观赏性灌木，原产于东南欧和西亚。

嗅球或嗅叶(olfactory bule or lobe)：与嗅觉有关的大脑的一部分；见 183 页。

渐新世(Oligocene epoch)：从 3400 万－2300 万年前之间的地质时期；见 4 页。

寡毛纲动物(oligochaete)：寡毛纲中任何一种环节动物，包括蚯蚓和淡水中的有亲缘关系动物；见 55 页。

贫营养的(oligotrophic)：(湖泊)水中缺少营养物的；见 218 页。

尖吻浣熊(olingo)：杂食，栖息在树上的浣熊类哺乳动物，产于中美与南美的热带森林。

油橄榄(olive)：地中海地区大量种植的一种树，其果实可榨油。刚采摘下的油橄榄果实不能食用，必须先行处理，如加盐使其乳酸发酵后才能食用。

洞螈(olm)：一种欧洲蝾螈，与北美泥螈同属一科。产于意大利东北部和克罗地亚的亚得里亚海海滩上的洞穴中。

重瓣胃(omasum 或 psalterium)：反刍动物的第三胃；见 112 页。

小眼(ommatidium)：眼的小单位，昆虫的复眼由大量小眼构成；见 190 页。

杂食动物(omnivore)：指任何无特定进食习惯的动物，如既以植物又以其他动物为食。人类即为杂食性动物；见 162 页，195 页。

洋葱(onion)：葱科两年生草本植物。可种植，其辣味的鳞茎可作蔬菜食用。

个体发育(ontogeny)：生物个体从受精卵到成熟个体的发育过程；见 14 页，186 页，187 页。

栉蚕(onychophoran)：线虫。

卵生成(oogenesis)：卵巢内的雌性配子(卵子)的生成和成熟过程。

鳃盖骨(operculum)：多骨鱼类的坚硬而柔韧的覆盖在鳃腔外面的鱼鳃盖。

鸦片(opium)：1.罂粟果实中干燥后的汁液，包括可卡因和吗啡，是一种使人上瘾的麻醉剂。2.(生态学)一种寄生植物群落。

负鼠科动物(opossum)：有袋科中的任何有袋动物，包括大约 70 个种类，广泛地分布在南美中美的大部地区，在北美也有其分布；见 9 页，99 页，103 页，104 页。

机会主义者(opportunist)：一种能够利用一些证明适应其生存的不可预测性的偶发事件来扩大发展其种群的生物(见172页，173 页)。通常这是些较小的、产仔(或籽)多的以及生存期短的生物，许多是有害生物(见 230 页)。

与其他手指相对的(opposable)：(大拇指或其他手指)能够与一个或其他几个手指相对，以便能精确地操纵物品(如灵长目动物，见 136 页)。

视叶(optic lobe)：与视觉有关的大脑的一部分；见 59 页，183 页。

视神经(optic nerve)：把感觉神经冲动从眼睛传送到脑的一组神经纤维；见 189 页，190 页。

最佳理论(optimality theory)：一种假说，即自然选择支持以最小代价(如时间或能量的花费)取得最大的收获(如繁殖的成功)的行为；见 148 页。

橘(orange)：1.甜橘，最重要的柑橘类果实。许多栽培品种种植于世界的热带与亚热带地区，一些品种用来榨果汁，一些品种用来食用其新鲜果实。2.苦橘或塞维利亚橘，一种果皮粗糙、果汁很酸的橘子，果实可制橘子酱。橘花可提炼橙花油。可从该植物的亚种橘中提炼出薄荷油。

橙色尖翅粉蝶(orange-tip)：欧洲粉蝶科蝴蝶，前翅有橙色翼梢。

猩猩(orang-utan)：惟一的非人类的大型类人猿，也是与人类最远缘的类人猿。猩猩是一种大型的灵长目动物，只产于苏门答腊和婆罗洲的林区；见 136 页，140 页，141 页。

圆蛛(orb weaver)：能够织复杂球状网的蜘蛛的统称；见 69 页，155 页。

兰科(orchid)：兰科植物，约 18,000 种，广泛地分布于世界各地；见 42 页，43 页，44 页，46 页(方框)。

目(order)：纲与科之间的分类组。如哺乳动物纲灵长目包括所有的灵长类动物；见 18 页。

奥陶纪(Ordovician period)：从 5.1 亿－4.38 亿年前之间的地质时期；见 4 页。

细胞器(organelle)：真核生物细胞中有特殊作用的小型器官；见 7 页，20 页，26－27 页。

生物体的(organic)：与生物有关的。化合物是含碳的化学物质；见 6 页。

器官形成(organogenesis)：在动物胚胎内器官形成的过程；见 186 页。

侏羚(oribi)：一种体小的淡红色的食草小羚羊，腹部白色，短尾短角，产于非洲草原。

东方的(Oriental)：一个动物群区的地区；见 50 页(地图)。

定向(orientation)：通过参照路标、气味、太阳位置等外部提示物而定出遥远目标的方向的能力。最熟练的定向形式——导航——是不考虑它的方向，没有路标而到达遥远目的地的能力；见 118 页，(方框)，171 页。

牛至属植物(Origanum)：唇形科，有香味的多年生草本或灌木植物，有 15 种，产于旧大陆北温带。一些作为烹调用植物，一些作为观赏植物。

金黄鹂(oriole)：1.雀形目，与乌鸦同科，约有 30 种。金黄鹂身体中等大小，喙强而有力，食果子与昆虫，生活在浓密的林叶之上，鸣叫不休。产于旧大陆及澳大利亚。2.约 20 种新热带区的美洲黑鸟，栖息在树上，筑悬织巢。

鸟臀目恐龙(ornithischian)：恐龙的两大类之一。鸟臀目恐龙包括大型食草恐龙和小型食草恐龙，例如包括鸟脚亚目恐龙，像鸭嘴龙、三角奇龙和禽龙；见 83－84 页。

鸟脚亚目恐龙(ornithopod)：鸟臀恐龙目鸟脚亚目，食草性恐龙最初体小，有三足，后来成为大型食草性动物，如鸭嘴龙、禽龙和三角奇龙；见 83－84 页。

造山运动(orogeny)：造山的时期。

直翅目昆虫(orthopteran)：半变态昆虫，包括蚱蜢、蝗虫和蟋蟀，全世界约有18,000种(大部分产于热带)：其中包括食肉昆虫和食草昆虫。直翅目昆虫通常后腿很长，以利跳跃，有些种类能飞。前翼窄而硬，以保护其大的、折叠的三角后翼。发声(见尖声鸣叫)是直翅目昆虫的特点；见61页。

大羚羊(oryx)：大羚羊属，有3种，灰白色，角长，漂亮而雅致。分布在非洲和阿拉伯半岛的半沙漠地区；见115页，204页。

渗透调节(osmoregulation)：体液水、盐平衡的调节；见73页，87－88页，93页，179(方框)。

渗透(osmosis)：水(或其他溶剂)从低浓度的溶液到高浓度溶液的扩散运动；见27页(原生生物)，73页(鱼)。

鹗(osprey)：(隼形目)鹰科，分布于世界各地的、捕食动物的大鸟，它用有力的粗糙的爪潜水捕鱼；见96页。

小骨(ossicle)：一块小骨，尤其是(哺乳动物)听小骨，共三块——锤骨、砧骨和镫骨——通过听小骨将振动从鼓膜(耳鼓)传到内耳；见98页(方框)，191页。

甲骨鱼(osteostracan)：见70页。

介形亚纲动物(ostracod)：小的长形甲壳纲动物，有双壳，常见于淡水或海水环境中。

鸵鸟(ostrich)：鸵形目鸵鸟科。世界上最大的鸟，雄鸟站立高达2.75米(9英尺)，颈秃而长，腿长有力，善跑，大腿光秃，长有双趾。主要生活在非洲热带稀树草原(在中东已绝迹)；91页，96页，97页(方框)。

耳石器官(otolith organ)：脊椎动物内耳中的一对器官之一。该器官能感觉重力和运动；见190－191页。

水獭(otter)：有几个种类，身体呈典型流线型，脚有蹼，如淡水欧亚水獭。海獭是最大型的鼬科动物；见131页，151页。

獭猫(otter civet)：一种褐色的、像水獭的半水生灵猫科动物，脚上生有部分蹼。产于东南亚的沼泽地区及河边地带；见123页。

獭鼩(otter shrew)：食虫动物目，34种无尾猬科哺乳动物中3种动物的常用名。其他种类是马岛猬，基本是产于西非和中非的水生马岛猬；见120页，121页。

卵圆窗(oval window)：脊椎动物耳里的小膜；见119页。

卵巢(ovary)：(动物)雌性生殖器官，通常为一对，卵子及各种荷尔蒙(例如雌激素)在其内部产生；见184页。

子房(ovary)：(开花植物)包绕胚珠的保护性结构，卵子位于胚珠内。子房是心皮的一部分，每一朵花通常都有几个心皮；见41页。

灶鸟(ovenbird)：雀形目灶鸟科，230种各种小鸟的统称。灶鸟通常为褐色，分布在中南美洲的森林、灌木及草原中，灶鸟与啄木鸟近缘。有些鸟是躲躲闪闪的地面鸟(啄地鸟)；而另外的50种鸟因为有长长的突出的尾巴而被称为刺尾鸟。灶鸟因其建筑圆盖形鸟巢的习性而得名；见95页。

过度放牧(overgrazing)：由于放牧动物的过分压力而产生的生态系统退化；见203页，204页，205页，206页。

输卵管(oviduct)：有纤毛的肌肉管，卵子通过此管从卵巢到达子宫、泄殖腔或体外。

卵生的(oviparous)：生(受精的)蛋(如鸟、龟、鳄鱼)185页。

产卵器(ovipositor)：雌性昆虫在腹部尖端的排卵构造。在某些昆虫中(蜜蜂、蚂蚁等)产卵器演变成一根刺；见59页。

卵胎生的(ovoviviparous)：在母体内孵化所产的幼子(如蛇和蜥蜴)。

排卵(ovulation)：(动物)从卵巢排出一个或多个卵。

胚珠(ovule)：开花植物子房内的结构(见41页)或裸子植物(如松柏目植物)孢子叶球(见38页)中鳞苞上的结构，卵子产生在里面。

卵(ovum或egg cell)(细胞)：有性生殖生物的雌配子。

欧文，理查德(Owen,Richard)(1804－1894)：英国比较解剖学家和古生物学家。到19世纪50年代，欧文已证明动物化石并没有表明动物简单地直线上升为更先进的同类，反而是辐射型的发展成为许多不同种的专化性品种——被称为适应性的辐射型过程(见17页)。欧文还创立了解剖同源动物理论，为进化论提供了重要证据(见14页)。他还以给恐龙命名(来自希腊词义"可怕的蜥蜴"；见83页)以及对始祖鸟的分析研究而闻名(见方框，90页)。

猫头鹰(owl)：鸮形目食肉猛禽，约有175种，分布于世界各地。猫头鹰头大，尾圆，翼宽阔，翅膀上的羽毛已变得在飞行时不出声响。面部平坦，一对大眼向前突出，以提供双目并用的视觉。有力的钩状喙与爪并用来捕捉猎物。17种(草科)的脸呈心型状，无毛，双耳不对称以便具有立体声的听觉，帮助发现猎物，尾比腿短。161种直正的即典型的猫头鹰(科)的尾巴比腿长，许多还有多簇耳毛；见90页，91页，93页，97页，211页。

裸鼻鸱(owlet-nightjar)：裸鼻鸱科，与猫头鹰同目，小型的离群索居的昼伏夜出动物，有8个种类，它们与欧夜鹰相似，但它们喙不长，且部分隐藏不露。生活在澳大利亚的森林中。

酢浆草(Oxalis)：酢浆草科温带或热带一年或多年生的草本植物，约800种。爬地的黄色酢浆草是园子里一种常见草。林地酢浆草开黄花，常见于欧亚林地。

牛椋鸟(oxpecker或tick bird)：两种纤弱的褐色雀形目椋鸟科之一。与椋鸟近缘的鸟相似。它们与大型非洲哺乳动物共同生活在一起。

氧(oxygen)：一种化学性质高度活泼的元素(符号O)：在地球的地壳中十分丰富。其分子式为O_2，气体，构成大气的21%。它是植物呼吸(见32页，33页)、动物呼吸(见180页，181页)以及所有细胞，除某些细菌外，产生能量过程中(细胞呼吸见21页)必不可少的。作为水(H_2O)和构成许多有机化合物(见6页)的一种成分，氧对所有形式的生命都是极其重要的。

牡蛎(oyster)：一些定栖双壳类软体动物的名字，牡蛎很结实地贴在石头、海槐雌根、贝壳等坚硬的表面上。牡蛎被广泛地用作食物，人们对其养殖已有几个世纪了。在商业方面，牡蛎也是十分重要的珍珠资源；见56页。

蛎鹬(oystercatcher)：11种涉禽中的任何一种，分布于世界各地。身体白色，喙、腿、眼睛色彩鲜艳。喙端像凿子，用来橇开甲壳类动物；见96页。

蚝蘑(oyster mushroom)：一种可食用的担子菌真菌；见35页。

臭氧(ozone)：一种无色的有明显气味的刺激性气体(符号O_3)。臭氧是当电火花穿过氧气时生成的，强烈的阳光作用于汽车排放的烟气也能生成臭氧。在大气层中，臭氧高高地构成一层臭氧层，隔断来自太阳的大部分有害的紫外线辐射；见225页。

无尾刺豚鼠(paca)：个头较大、身体结实的食草啮齿目动物，共有两种。无尾刺豚鼠尾巴极短，皮毛褐色，有白色斑点。产于中南美洲。

拟豚鼠(pacarana)：(花背豚鼠科)豚鼠形啮齿类动物，生活在林中。其中无尾刺豚鼠，身体矮胖，耳小，爪长，褐色皮毛，有白色斑点。产于南美东部山区。

肿头龙(pachycephalosaur)：愚钝的食草性鸟脚亚目恐龙；见84页。

匙吻鲟(paddlefish)：匙吻鲟科，原始鳍刺鱼，与亲缘关系近的鲟相似，但其身体光滑无鳞，有桨型的长的吻状突起，以淡水的浮生生物为食，产于北美与中国；见70－71页。

小型沙袋鼠(pademelon或scrub wallaby)：袋鼠科丛鼠属，像沙袋鼠样的有袋动物，共有4个种类，产于澳大利亚和新几内亚。

幼体生殖(paedogenesis)：通过幼体形式进行繁殖，或通过近缘物种类似幼体阶段的动物进行繁殖(如美西螈)；见78页，81页。

小苎麻赤蛱蝶(painted lady)：一种分布很广的蛱蝶(蛱蝶亚科)，幼体以蓟与荨麻为食。

彩鹬(painted snipe)：鸻形目彩鹬科涉禽，有两种。色彩艳丽，趾长，尾长适中。产于新热带区、旧大陆及澳大利亚。雄鹬经常躲躲闪闪，而雌彩鹬却很活跃。

古北区的(Palaearctic)：动物区系地区；见50页(地图)。

古新世(Palaeocene epoch)：地质年代，始于6500万年前，结束于5300万年前。见4页。

古生物学(palaeontology)：研究已灭绝的生物，特别是研究由化石所提供的证据的科学(见4页，12页)。

古热带区的(Palaeotropical)：一种植物区系地区；见30页(地图)。

古生带(Palaeozoic era)：从5.7亿－2.5亿年前之间的地质时期；见4页。

硬腭(palate)：位于口腔上部，分开口腔与鼻腔的水平隔开物。

兔狲(Pallas's cat)：一种橘灰色的野猫，头部有黑白斑点。分布在中亚地区的山区、林地和多石的草原地带。

掌状的(palmate)：(叶子或鹿角)裂开像伸开的手一样(如七叶树的叶子)。

椰子猫(palm civet)：麝猫属，像麝猫样的灵猫科食肉动物，以及其近缘属的典型的栖于树上的和杂食性的动物(通常吃水果)，产于非洲及南亚的林区。

触须(palp)：一种分裂开的触觉及味觉器官，成对地位于昆虫和甲壳纲动物的嘴部；见59页。

南美大草原(pampas)：南美洲的一种温带草原；见199页(地图)，206页。

草原猫(pampas cat)：一种有褐色斑点的灰褐色猫科动物，产于南美的草原与林区。

蒲草(pampas grass)：一种很大的装饰用草，产于南美。新西兰发现有与其近缘的品种。

巴拿马陆桥(Panama land bridge)：间断性地连接南、北美洲的陆桥；见9页，103页，106页。

胰腺(pancreas)：脊椎动物体内一个较大的复合性腺体，靠近胃部，它向小肠内分泌消化酶和碳酸氢盐以帮助消化，它还向血液内分泌胰岛素和胰高血糖素来调节血糖水平。

熊猫(panda或giant panda)：一种体大黑白相间的熊猫科动物，生活在中国内地的竹林中；见129页。

泛古陆(Pangaea)：古代的超大陆；见8－9页。

穿山甲(pangolin或scaly anteater)：鳞甲目鲮鲤科哺乳动物，包括7个种类，分布在非洲和南亚。专食蚂蚁和白蚁。穿山甲身上的交搭重叠的角质鳞甲在哺乳动物中是独一无二的；见101页，107页(方框)。

圆三色堇(pansy)：1.野生圆三色堇或三色堇，一年或多年生草本植物，见于耕地、荒地及矮草地中。2.园地圆三色堇，与一些艳丽的大型花及其他许多品种杂交的品种。

豹(panther)：见125页。

巴婆果(papaw，papaya或pawpaw)：一种矮小的热带树，可栽种，收获其可食性大果，果重达9千克(20磅)。从未熟透的果中提取的木瓜蛋白酶可用作肉的软化剂。

纸蜂(paper wasp)：胡蜂科，群居性黄蜂，分布于世界各地。纸蜂用咀嚼的木屑和唾液制成的轻质筑巢；见161页。

乳突(papilla)：1.(动物)牙、毛发或羽毛根部的小的钝的突起。2.(植物)类似的毛发形隆起。

纸莎草(papyrus)：生长在非洲的河畔、湖边的草本植物。浸湿后劈开的纸莎草茎通过压制可制纸莎草纸；见217页(方框)。

鸟类肺的支气管(parabronchus)：鸟类的小呼吸管；见181页。

长尾鹦鹉(parakeet)：体小纤弱，尖尾鹦鹉，约30种，大多生活在非洲和南美洲。全身羽毛光滑，与其他鹦鹉不同；见213页。

平行进化(parallel evolution)：无亲缘关系生物的孤立进化以填充生态小环境中类似的分布区；见17页(方框)。

草履虫(Paramecium)：常见的原生动物，生活在淡水中，有纤毛。见26－27页。

疣足(parapodium)：不连接的侧附肢，成对地出现在多毛目环节动物的每个节体上；见55页。

侧足(parapodium)：某些软体动物的游泳器官，就像向侧面伸开的脚。

寄生(parasitism)：两种不同生物之间的紧密关系，其中一种生物(寄生物)受益于生活在另一种生物(宿主)上(内)；而宿主本身却受害；见14页(方框)，162页，168－169页，178页。其他见：真菌35页，植物47页(方框)，蠕虫55页，昆虫60页(方框)，63页，64页，扁虱和螨68－69页，鱼74页，75页，76页。

拟寄生物(parasitoid)：寄生虫幼体，它在变形前，破坏宿主(也是一个幼体虫)的软组织而杀死宿主。

钻石鸟(pardalote)：雀形目钻石鸟科，有4种，产于澳大拉西亚的鸟，羽毛色彩鲜艳，筑巢于地下坑道，几乎完全以食叶昆虫的渗出物主食。

亲代抚育(parental care)：父母中一方或双方的保护行为，增加后代的存活机会；见157－158页，185页。其他见：蛛形纲动物68－69页，鱼74页，两栖动物81页，爬行动物86页，鸟95页，哺乳动物98页(方框)，100页，103页，136页。

鹦鹉(parrot)：鹦形目鸟类，约350种，色彩艳丽，头大，尾羽长。鹦鹉和其近缘的鸟拥有强而有力的喙来吃水果和种子，也用来帮助它们在树枝中开道穿行。鹦鹉的上颌呈勾状扣在下颌的前方，并可在头骨上活动。在喙的根部有一腊膜(软的腊质隆起)围绕着鼻孔。脚有两趾朝前，两趾朝后，适于攀缘、栖息和控制食物。大多数鹦鹉生活在南半球的热带和亚热带

地区，有些生活在印度和中美洲；见91页，93页，96页，97页(方框)，201页。

鹦嘴鱼(parrotfish)：鲈形目鹦嘴鱼科海生鱼，有68种，产于热带和暖温带地区。鹦嘴鱼在许多方面与近缘的隆头鱼相似，但它们的颌齿合并成叶片状，使嘴呈喙形，用来刮下珊瑚上的藻类（见75页）。许多鹦鹉鱼的色彩极其艳丽。

荷兰芹(parsley)：伞形科，两年生植物，可种植，收获其调味香料，其芳香的叶子含有丰富的维生素C。

欧洲萝卜(parsnip)：伞形科，两年生植物，种植于温带地区，其根甜，可食用。

单性生殖(parthenogenesis)：一种无性生殖形式，未受精的卵子直接发育成新个体；见27页(原生生物)；63页(蚜虫)；184页。

山鹑(partridge)：雉科，60种，群居，肥胖短尾猎鸟。生活在非洲、古北区和东亚的旷野；见91页，97页(方框)。

欧白头翁(pasqueflower)：毛茛属，产于欧洲和西亚的多年生草本植物。

雀形目鸟类(passerine)：雀形目中各种鸟的常用名。雀形目鸟有5500多种，占全部鸟类的60%以上。雀形目鸟有三个朝前生的长度相同的脚趾和一个直接朝后的脚趾，腿和脚的韧带长得很特殊，适于蹲伏时紧紧抓住树枝。雀形目又分为两个亚目：霸鹟亚目和雀亚目。霸鹟亚目鸟有时称为半鸣禽，如霸鹟、蚁鸟和灶鸟，它们的喉或鸣管发育得不好。雀亚目包括了所有其他雀形目鸟，(有时称为鸣禽)。这些鸟——“唱鸟”——拥有复杂的鸣管，大多数能发出悦耳的鸣叫声。

西番莲(passionflower)：西番莲属，约有400种，热带藤本植物。其(英语)名字来自于宗教的含义，即西番莲花被解释为象征着耶稣被钉死在十字架上的图像。有些西番莲作为观赏植物而加以种植，如红西番莲，有些为了收获其果实——西番莲子——而加以种植，如大鸡蛋果；见42页。

巴斯德，亨瑞(Pasteur，Henri)(1822－1895)：法国科学家，微生物学的创始人。他提出疾病是由微生物引起的，开创了接种疫苗技术，并发明了牛奶的巴斯德氏消毒法。

翼膜(patagium)：蝙蝠(见118页)和滑翔动物(见134页，137页方框)的翼膜或连接前后肢的皮肤折叠。

赤猴(patas)：一种旧大陆猴亚科猴(见139页)。体大，生活在陆地，杂食，产于塞内加尔到苏旦、坦桑尼亚一带；见158页。

病原体(pathogen)：任何导致疾病的媒介物。

烛蛾(pauropod)：烛蛾纲，节肢动物，体小而软，很像倍足纲节肢动物，生活在森林的枯枝层及土壤中。

巴甫洛夫，伊万(Pavlov,Ivan)(1849－1936)：俄罗斯生理学家，他因为对消化生理学的研究而获诺贝尔奖(1904)。今天他以对狗的经典性条件反射的研究(见150页)而闻名于世。

豌豆(pea)：豆科植物的统称，种子一般为圆形。从古时起，人们就种植豌豆，收获其种子食用。糖荚豌豆的豆荚也可食用。四棱豆的豆荚味道像天门冬属植物。紫花豌豆是饲料作物。

桃(peach)：蔷薇科乔木，原产于中国，现已在全世界的暖温带地区广泛种植，收获其果实，已培育出了许多栽培品种；见43页，46页。

孔雀(peafowl或peacock)：雉科，体大，像雉鸡样的猎鸟，有3种。雄性孔雀是人们很熟悉的孔雀，原产于印度和斯里兰卡；见17页，94页，96页，97页(方框)，159页(方框)。

落花生(peanut,groundnut,goober或monkey nut)：豆科，热带或亚热带一年生草本植物，可种植，收获其花生果。花生果长在地下，含有丰富的脂肪和蛋白质。花生果不是真正的坚果。

星虫总科及与其有关的动物(peanut worm)：星虫门海生无脊椎动物总称，生活在沙中、泥里、腐烂的植物以及钻入珊瑚中，身体呈囊状，有触须，便于吃沉积物。

梨(pear)：蔷薇科梨属，产于旧大陆北温带的灌木或乔木，约有30种，并已从中选育出了一些有经济价值的品种，如欧梨。

珍珠(pearl)：一种在牡蛎或珠蚌体内积累而成的硬壳质(主要是碳酸钙)，这种硬壳质是牡蛎或珠蚌围绕着进入体内的矿粒等异物所分泌的物质。

潜鱼(pearlfish)：潜鱼科24种小鱼的统称，产于热带及温带海洋。它们的头相对较大，体短，尾细长并逐渐细成尖状，许多寄生在海生无脊椎动物体内，包括珍珠贝和海参体内，靠吃其内脏为生。

泥炭(peat)：含少量无机物的不腐烂有机物质。主要通过水浸地区低等微生物的活动而形成。泥炭成层状堆积，泥炭层可达10米(33英尺)或更厚；见208－209页，210－211页，216－217页，219页。

美洲山核桃树(pecan)：一种与山核桃属同属的新大陆树种，可种植，坚果可食用，内含高脂肪。

西貒(peccary)：西貒科，不反刍，体形像猪的偶蹄目动物，有3种，基本分布在中美洲与南美洲，其生存的生态小环境与生活在旧大陆中的猪的生态小环境相同；见112页，113页，233页。

啄食顺序(pecking order)：鸡等群居鸟类内部的等级排列顺序；见157页(方框)。

胸带(pectoral girdle)：脊椎动物支撑前肢的含肩胛骨和锁骨的骨或软骨部分。

肉茎(pedicel)：一个动物(如海葵)或一个器官(如一只蝽眼)的底部较小的附属物(茎)。

蛛形动物的须肢(pedipalp)：在蛛形纲动物嘴前的一对附器之一，通常演变为具有感觉功能或其他功能。

土壤学(pedology)：对土壤的研究。

肉柄(peduncle)：连接部分或整个有机体身体的柄状小结构，如昆虫的胸腹连接。

天竺葵(pelargonium)：天竺葵属，约250种，暖温带及热带草本或半灌木植物。许多种天竺葵被作为观赏植物种植。

瓣鳃动物(pelecypod)：双壳类动物的别名。

鹈鹕(pelican)：鹈形目，鹈鹕科大型水禽，有7种，体健能飞。产于世界各地。颈长，喙平而呈勾状，下颌突出并有可伸展的喉袋，在海岸边或内陆湖觅食；见90页，91页。

表膜(pellicle)：一些原生生物的硬质保护外层，如眼虫和草履虫；见27页。

骨盆(pelvis)：脊椎动物的盆状骨结构，与后腿相连。骨盆由骨盆带和脊柱的一些骨构成。

盘龙(pelycosaur)：形似哺乳动物的古爬行动物，繁盛于300万年前，许多盘龙有帆状背鳍。据认为背鳍有调节体温的作用；见5页。

悬巢山雀(penduline tit)：山雀科，攀雀亚科，有12种，大悬巢山雀尾巴宽阔结实，常见于非洲。它们的名字源于它们

在树梢构筑袋状巢的习性。

企鹅(penguin)：企鹅科鸟类，有17种。企鹅是典型的群居性鸟，分布在各大洋南部的冷水区域。短而粗的翅膀是高效的水下鼬鳍，用来捕鱼、枪乌贼和甲壳类动物。南极皇企鹅体型最大，站立高达1米(39英寸)，与王企鹅一样，皇企鹅只生单只蛋，并在足上孵化。澳大利亚和新西兰的最小型的企鹅只有35厘米(14英寸)高，并像许许多多企鹅一样，住在地下洞穴中；见17页，90－92页，95页，97页。

青霉素(penicillin)：一种有效的对抗许多种细菌的抗菌素，从青霉属子囊真菌中提取。

芍药(peony)：牡丹科芍药属植物，约33种，多年生草本植物或灌木，主要产于北温带地区。有些芍药是常见的观赏植物。

胡椒(pepper)：胡椒科胡椒属植物，约1500种，有的是热带灌木，有的是木质攀缘植物，有的是低矮乔木。把胡椒植物的整个果碾粹可制黑胡椒，而未干的胡椒果中的果肉可制成白胡椒、蒌叶，可与槟榔果一起咀嚼。

白桦尺蛾(peppered moth)：尺蠖蛾；见16页(方框)。

肽(peptide)：按一定方式连接起来的由两种或多种氨基酸构成的化合物。

感知(perception)：见188－191页。

鲈(perch)：鲈科，约150种，鲈形鱼的一般常用名，鲈科鱼为淡水鱼，产于北半球，但澳大利亚、新西兰和南美洲现在已引进一些种类。与其他鲈形鱼一样，鲈有两个背鳍，前一个为刺状，靠近尾部的鳍有软条。大多数鲈体小，但有几种鲈体长可达1米(39英寸)，并有重要的商品价值。在欧洲，一种生活在河里或湖里的鱼，体色黄绿，并带有垂直性条纹。

鲈鱼(perciform)：鲈形目鱼的统称。鲈鱼目是鱼类(或其他任何脊椎动物)的最大的一个目，包括150个科，6000－7000种。鲈鱼产于淡水(约占鱼种类15%)和海水(85%)。海鲈鱼主要分布于热带与温带的岸边水中。鲈鱼包括几种重要的食用鱼(如金枪鱼和鲭鱼)、垂钓鱼(如箭鱼和枪鱼)和观赏鱼。最大的科是海鲈科(约370种)、丽鱼科(700种)、梳齿鲷科(300种)、隆头科(500种)以及虾虎鱼科(约800种)。

多年生长(perennation)：某些植物靠多年生根茎能活过冬季的能力。多年生根茎通常是生在地下、贮存养料的器官，像直根(如药蒲公英)、鳞茎(黄水仙)、球茎(番红花)和块茎(萝卜)；见44页。

(甲壳动物的)胸部附器(pereopod)：甲壳纲动物的环节状胸部上的行走的腿。

有性期(perfectstate)：1.真菌生物有性生殖的循环阶段。2.雌雄同株花，既有雄性又有雌性器官的花。

花被(perianth)：花瓣与萼片的总称(见41页)，如花的围绕着性器官的叶状器官。

果皮(pericarp)：由子房壁长成的果实的一部分，果皮的大小、组织及构造极其不同，如肉状的(桃)、木质的(坚果)、鲜美多汁的(葡萄)、纸状的(罂粟荚膜)。

时期(period)：年代被化分为的地质时间单位；见4页。

奇蹄动物(perissodactyl)：奇蹄动物目有蹄类哺乳动物，有3科16种：马、驴，斑马(马科，7种) 犀牛(犀牛科，5种) 貘(貘科，4种)。所有奇蹄目动物一律吃草，并且多数适应于开阔草地；见110－111页。

蠕动(peristalsis)：消化道壁的连续的有节奏的收缩，通过这种收缩食物或废物在消化道内移动。在循环系统内，血管壁的蠕动有助于血液流动；见178页，181页。

滨螺(periwinkle)：滨螺属腹足纲小型软体动物的统称。大量生于潮间带，靠吃岩石表面的水藻生活；见221页。它们离开水环境也能存活较长时间，有几种能连续不断地度过一生。在热带水域，滨螺属动物被类似的蜒螺所取代。

小长春花(periwinkle)：长春花属长缘攀缘灌木或多年生草本植物，有5种。

永久冻土(permafrost)：高纬度地区的永久冻结的较浅的土层；见210－211页。

二叠纪(Permian period)：3亿－2.5亿年前之间的地质时期；见4页。

过氧物酶体(peroxisome)：一种细胞器；见20页(方框)。

柿树(persimmon)：柿树属，果可食，生长在亚热带地区。美洲柿树也产此美乌木。

有害生物(pest)：与人类竞争资源的物种，或在其他方面对人类有负面影响的物种；见213页，230－231页。

杀虫剂(pesticide)：任何能控制有害生物的自然的或人工合成物质。杀虫剂能有效杀灭昆虫，除草剂则杀灭植物，杀真菌剂杀灭真菌；见213页，227页，230－231页。

花瓣(petal)：花中围绕性器官的花被的内轮；见41页，花瓣通常色彩鲜艳，吸引传粉媒介；见42页。

海燕(petrel)：企鹅目鳽科海鸟，有50种，翼纤细，脚呈网状，尾短，分布于世界各地，在海岛上繁殖。以鱼和枪鸟为食。多数体小，但南方的大海燕的翼展达2.5米(8英尺多)，并且体重很重；见91页。

矮牵牛(petunia)：茄科矮牵牛属，约有35种，一年生或多年生草本植物，产于南美洲。

褐藻类(Phaeophyta)：由褐色水藻构成的植物类；见34页。

吞噬作用(phagocytosis)：变形虫或其他原生生物吞食食物的过程；见26页。

袋貂(phalanger或cuscus)：袋貂科袋貂属，有10种，生活在树上的有袋目动物。袋貂爬树时爪尾共用，因其尖尖的前爪有与其相对的大趾，其尾能卷缠住树枝。多数袋貂夜间活动，吃树叶。袋貂生活在澳大利亚和新几内亚的林中。

瓣蹼鹬(phalarope)：有3种，体小，色彩艳丽的涉水鸟，用裂开形趾游泳，产于世界各地。

咽(pharynx)：构成上消化道结构的腔，位于嘴的后部，喉和食管的前部。鱼鳃的细长裂口位于此部位。

竹节虫科昆虫(phasmid)：竹节虫目半变态昆虫统称，包括竹节虫和叶子虫；见61页。

雉鸡(pheasant)：雉科，体大居住在陆地的猎鸟，有50种。除非洲的一个种类外，其他所有的雉鸡都原产于亚洲林区。脚上有距。雌雄的颜色十分不同，雄雉鸡通常豪华富丽，有毛尾；见91页，94页，97页(方框)。

表现型分类法(phenetic classification)：一种分类体系，仅依据观察和测量到的生物特征(如它们的表现型)，而不是根据它们拥有的基因进行分类；见18页。

表现型(phenotype)：生物的可见特征，来自于所表现出的等位基因(见23页)。比较表现型是表现型分类法的基础(见18页)。

信息素(pheromone)：动物释放出的化学信号，这种信号对同种动物的另一成员具有特殊的行为或生理上的影响；见153

山梅花(Philadelphus)：北温带和亚热带灌木，约有70种。有些种类被种植于园中供观赏其芬芳的花朵，如山梅花，有时被人误称为丁香花。

喜林芋(philodendron)：天南星科喜林芋属附生藤本植物，约500种，产于美洲热带地区，有的作为叶子植物种植。

韧皮部(phloem)：植物的维管组织部分，传送植物制造的糖、氨基酸等物质。传送细胞是滤器细胞，还有其他一些起一般作用的细胞。初生韧皮部形成于根梢部和嫩枝梢，继生韧皮部产生于第二形成层，在有些植物中，它构成了树皮部分；见32页。

福禄考(phlox)：花葱科福禄考属，一年生或多年生草本植物或灌木，约65种，主要产于北美洲。有些福禄考被作为观赏植物种植。

磷脂(phospholipids)：细胞膜中一种主要的类脂物；见20页(方框)。

磷(phosphorus)：一种非金属元素(符号P)：生物中许多重要化合物的一种成分，如辅酶、类脂物和核酸(核糖核酸和脱氧核糖核酸)。这些化合物都参与能量代谢。

光周期性(photoperiodism)：在白天，植物觉察季节变化的能力；见33页。

(感)光色素(photopigment)：对光敏感的分子。绿色植物的叶绿素吸收光线，促进光合作用(见方框，33页)。其他光色素将光能编为神经信号码，如脊椎动物视网膜中的视紫红质；见96页(方框)，189页。

光感受(photoreception)：对光敏感，视觉的基础；见189—190页。

光呼吸(photorespiration)：植物体中的一种明显的呼吸，在这种呼吸中，氧与光合作用的碳循环的中间体结合，产生进一步氧化的产物。

光合作用(photosynthesis)：植物及各种细菌把简单的无机分子转化成生命所必需的复杂化合物的过程；见25页，33页(方框)，194页。

光能利用菌(phototrophic bacteria)：能进行光合作用的自养菌；见25页。

向光性(phototropism)：植物按照光线来改变生长方向的特性；见33页。

根瘤蚜(phylloxeran)：根瘤蚜科中同翅亚目昆虫(虫子)的统称。这种蚜虫样的昆虫见于落叶树上，它们通常在树上形成瘿。葡萄根瘤蚜给葡萄酒工业造成很大损失。

种系发生(phylogeny)：设想中的物种种类的进化史，表明其祖先关系；见14页，18页(种系发生的分类)。

门(phylum)：动物王国被分为的高级类别的总称。如脊索动物(所有脊椎动物和各种像海鞘那样的鲜为人知的动物)被划分为脊索动物门。而脊椎动物本身被划分为脊椎动物亚门(见18页，51页)。

生理学(physiology)：研究生物的形成与功能；见20—21页(细胞)，24—27页(单细胞生物)，31—33页(植物)，174—191页(动物)。

(植物的)光敏色素(phytochrome)：植物的光吸收分子(色素)见33页。

粉蝶(pierid butterfly)：粉蝶科中鳞翅目昆虫统称。产于世界各地。其幼体有时是农作物的害虫。

猪(pig)：猪科，体粗矮结实，不反刍偶蹄目哺乳动物。广泛地分布于旧大陆的林地或森林区。猪的鲜明特征是它的灵活的强有力的鼻子以及雄猪的弯曲长牙。家猪是野猪的后裔；见112—113页，201页，207页。

家鸽(pigeon)：鸽形目中140种家鸽的统称。该目中包括野鸽，产于世界各地。家鸽和野鸽都以种子和果子为食。家鸽全身羽毛浓密而松软。母鸽在一个专门的嗉囊内产“乳”来喂养幼鸽；见91页，97页(方框)，213页，230页。

鼠兔(pika)：兔形目鼠兔科哺乳动物，有14种，与兔和野兔的亲缘关系较远。鼠兔吃草，生活在洞穴里或大草原上，产于亚洲和北美洲；见132页。

狗鱼(pike)：白斑狗鱼，一种北极地带的食肉型淡水鱼，与鲑科鱼有亲缘关系。大狗鱼(长达1.5米/5英尺)的背鳍和臀鳍距尾很近，它通过从藏身处突然向从旁边经过的鱼冲去的方法猎食。狗鱼是一种贵重的食用鱼，尤其是在西欧；见75页。

沙丁鱼(pilchard)：鲱科几种鱼的常用名。尤其是小沙丁鱼大量地产于欧洲。沙丁鱼与小鲱鱼外形相像，它们群集于水面，是很主要的食用鱼。沙丁鱼肉含高脂肪，不易保鲜，虽然在当地作为鲜鱼食用，但更多地用来制沙丁鱼罐头销售。

领航鲸(pilot whale)：圆头鲸属几种黑齿的鲸目动物的统称，产于各大洋除南北极以外的水域中；见145页。

海绿(pimpernel)：报春花科珍珠菜属一年生或多年生草本植物，如黄海绿和鲜红色海绿。

松树(Pine)：松科松属北半球针叶树，有96种，如欧洲赤松。在热带，松树主要生长在海拔高的地方。松树的特征是它那簇簇的针叶，通常每个短枝上有2—3簇或5簇。有些松树种类是重要的木材来源。木材中的松脂有助于木材的保存，也是松香的原料；见39页，205页，208—209页。有些其他针叶树也被称为松树，例如智利南洋杉、巴西南洋杉和贝壳杉。

松果体(pineal gland)：大脑中的一个小腺体，它往血液中分泌褪黑激素。据认为褪黑激素对调节生物节奏十分重要。

菠萝(pineapple)：凤梨科美洲热带植物；见43页，46页。

石竹(pink)：石竹科大部分石竹属植物的统称，也是一些麦瓶草属植物的名字，例如蓝灰石竹和加利福尼亚印第安石竹。

真菌(pin mould)：真菌属，50种，分布广泛。真菌外形成针垫状，孢子含在“针”头内。

羽状的(pinate)：羽状的，用来指在叶梗上有两排小叶的复叶(例如刺槐树叶)。

鳍脚亚目(pinniped)：鳍脚亚目食肉的海生哺乳动物的统称，有3科33种，另外两科是海豹科和海象科。

二回羽叶(pinnule)：复叶的再分成的部分。

海龙(pipefish)：海龙亚科海生鱼，约200种，产于大西洋、印度洋和太平洋。海龙的细长线状身体被裹在骨环内，海龙的口鼻呈管状。它们靠波动鳍来运动；见77页。

鹨(pipit)：鹡鸰科，鹡鸰亚科鸟，有50种，与鹡鸰近缘，体小，有褐色条纹，尾长，两侧有白色羽毛，雌雄的羽衣相似，食昆虫。产于世界各地，多在非洲。鹨很像云雀，在飞行时唱歌。

水虎鱼(piranha)：锯齿鲑属，美洲热带的各种体小粗壮的脂鲤鱼的统称。这些食肉的淡水鱼成大群地游动，主要以鱼为食，但也吃落入水中的较大的动物，尤其是受伤的较大的动物；见75—76页。

阿月浑子(pistachio)：一种原产于近东和西亚的小树。果实是核果，果核是阿月浑子果，可种植；见205页。

雌蕊(pistil)：花的雌部，通常包括两个或多个融合的心皮(见40－41页)。

瓶子草(pitcher plant)：猪笼草科，即瓶子草科和叶瓶科食肉型植物的统称；见47页(方框)。

树心(pith)：一些树干中心的结构物质；见32页。

垂体(pituitary gland)：位于大脑基底部的一个小内分泌腺，由(前叶与后叶)两叶组成。它分泌许多重要的激素影响其他内分泌腺，并调控生长、代谢、生殖功能、应激反应和水分的平衡；见171页，175页，183页。

响尾蛇科毒蛇(pit viper)：约20种，主要产于新大陆，它们与纯蝰蛇近缘，并有一个相似的毒液注射系统(见87页)。但响尾蛇科毒蛇的口吻凹窝处的特殊热敏感器官与纯毒蛇不同。这类毒蛇包括响尾蛇、棉口蛇、角响尾蛇和矛头蛇。

胎盘(placenta)：有胎盘哺乳动物的一个器官，怀孕期间，它在子宫内形成，连接胚胎与母血供给，为胚胎提供氧气、养料并且还是排除废物的媒介；见100页，185页，186－187页。

有胎盘哺乳动物(placental mammals)：(真兽亚纲)绝大多数的哺乳动物，可以说除了有袋目和单孔目动物以外，它包括了所有种类的哺乳动物；见100页，101页，106－145页。

盾皮鱼(placoderm)：见70页。

齿龙(placodont)：齿龙亚目，一种绝迹的三迭纪海生爬行动物。齿龙头宽阔，其扁平的磨牙用于磨平水生贝壳类动物。

欧鲽(plaice)：一种常见的欧洲比目鱼，其显著特征是眼睛长在身体的一个侧面，身体的侧面为棕褐色，但上面有亮橙色的斑点。身长可达90厘米(35英寸)，是一种非常重要的食用鱼。在美国和加拿大的用词中，欧鲽这个名字可以称呼鲽科中其他种类的鱼，尤其称呼拟庸鲽属。

领鹑(plainswanderer)：鹤形目，像鹑样的鸟，腿长，是领鹑科中的惟一一种鸟，生活在澳大利亚的草原上。

真涡虫(planarian)：三肠目涡虫亚纲扁涡虫的统称，多数为水生并且有个三个分支的肠子；见55页。

悬铃木(plane)：悬铃木科悬铃木属植物，约10种，原产地为东南欧、西南亚和北美洲，片状树皮为这种树的特征。据认为杂交的英国梧桐出现在1700年，现在它已成为欧洲和北美的一种普通的街旁树。在美国，梧桐树或美洲悬铃木主要作为观赏植物，也用来作木材。

扁头袋鼠(planigale)：扁头袋鼠属类似鼠的袋鼬类有袋动物，有5种，体小，以昆虫和其他无脊椎动物为食，广泛地分布于澳大利亚，有一种产于新几内亚。

浮游生物(plankton)：微小的水生生物的总称(在淡水或海水中)，随水流漂浮。浮游植物群落是由“植物”构成的浮游生物(事实上，主要是单细胞海藻)，而浮游动物群落是由动物构成的；见66－67页，170页，195页，197页，215页。218页，220页。

植物(plant)：植物界成员的总称；见31－47页(生物学)，194－221页(生态系统的作用)。

植物界(Plantae)：见30页，31－47页。

车前草(plantain)：车前科车前草属一年生及多年生温带草本植物和灌木，约260种，有几种车前，如普通车前草是草坪的常见草。

大蕉(plantain)：一种香蕉栽培品种，含淀粉多而不甜，未熟的大蕉被烹调食用。

植物结合体(plant association)：始终出现在一起的一类植物，可由具有某些特征的物种来命名并提供植物的属类单位，以对其描述或指出其地区分布状况。

盲蝽(plant hopper)：以植物为食的半翅目昆虫的总称。

光蝉(plant hopper)：叶蝉、角蝉和沫蝉的总称。

血浆(plasma)：血液的液体部分；见180页。

质膜(plasmamembrane)：即细胞膜；见21页。

质粒(plasmids)：DNA/RNA的小的圆形颗粒，是许多细菌除主要染色体外的遗传物质；见25页。

原质团(plasmodium)：由一些黏菌形成的一个经常变形的团块；见26页(方框)。

质体(plastid)：许多植物细胞内的一种细胞器；见20页(方框)。

腹甲(plastron)：海龟腹下、龟壳下面的部分；见85页。

板块构造论(plate tectonics)：解释大陆漂移的理论；见8页。

扁形动物(platyhelminth)：扁虫；见55页。

鸭嘴兽(platypus)：体小半水生的单孔目哺乳动物，产于东澳大利亚和塔斯马尼亚岛，在水下觅食淡水无脊椎动物；见98页(方框)，100页，101页，102页，191页(方框)。

玩耍(play)：幼小哺乳动物和幼鸟中常见的活动，包括重复的、夸张的动作以及重新安排的一些活动，如打架、移动与操纵物体，主要以练习为目的。

更新世(Pleistocene epoch)：一个地质时期，160万－1万年前之间；见4页。

腹肢(pleopod)：甲壳纲动物腹部上的用于游泳的腿。

蛇颈龙(plesiosaur)：蛇颈龙亚目已绝迹的海生爬行动物，繁盛于侏罗纪和白垩纪；见82页，84页。

侧颈龟(Pleurodire)：海龟类爬行动物的两个亚目中较小亚目中成员(海龟等)的总称，它们通过将脖颈向侧面弯曲而使头缩进龟壳里。另一个亚目是曲颈龟亚目。

上新世(Pliocene epoch)：一个地质时期，530万－160万年前之间；见4页。

鸻(plover)：涉水禽统称，67种，产于世界各地。鸻通常体小，短胖，喙短，翼尖而长大。多数鸻对自己进行伪装，使它们与所栖息的旷野背景相一致。多数群居；见167页。

李属植物(plum)：蔷薇科李属，有数种。许多商品型品种来自于欧洲李属植物和北美李属植物。李树的栽种品种生长在无霜区，如南非；见43页，46页。

羽蛾(plume moth)：鳞翅目羽蛾科，它们翅膀分开，与其说像一个整体结构，不如说像羽毛，因此容易辨认。

草禾属(Poa)：禾本科植物，约有300种，在英国一般称为草坪草，在北美洲称之为天月禾。有些品种是草坪和草原的重要草种。

禾本科(Poaceae)：单子叶植物的科，包括草、竹子和芦苇；见45页。

潜鸭(pochard)：一种嘴长，头呈高圆盖形的潜水鸭，生活在古北区的温带地区。雄潜鸭头为栗色，胸部为黑色。

囊鼠(pocket gopher)：衣囊鼠科穴居的啮齿动物，34种，生活在北美洲与中美洲。囊鼠前爪大、切牙长，用以刨土，其颊囊有衬毛。

小囊鼠(pocket mouse)：异鼠科囊鼠属以及与其有亲缘的属中体小且像鼠样松鼠形的啮齿动物。小囊鼠有毛绒绒长尾和颊囊，主要见于中美洲和北美洲的干旱地区。有亲缘关系的长鼻袋鼠也见于类似的栖息地区，它们用长长的后肢跳跃行进。

荚果(pod)：豆科植物(豌豆、豆等)的果实(通常是细长的，裂开的)以及其他植物，例如桂竹香的类似果实的常用名。

罗汉松(podocarp)：罗汉松科中松柏的总称；见39页。

灰壤(podzol)：一种土壤的外形，在某种酸性类型植被下形成的，如石南属植物和松树。这种土壤有明显的平行层，上层为腐殖质，然后白色层，接着是一层沉积物。在沉积物中，首先是腐殖质，然后是铁和铝沉积形成的一个坚固的“平锅”；见209页。

须腕动物(pogonophoran)：须腕动物门中海生的无脊椎动物统称。须腕动物像虫样，体长分为三个部分，有触角，但没有内脏，多数很小，住在深水区泥管里，但最近发现的大型的须腕动物类与深海区火山运动有关(见7页)。

冷血动物的(poikilothermic或ectothermic)：与动物的体温随着外界环境温度变化而变化有关的。除鸟类和哺乳动物外的所有动物都是冷血动物或“变温动物”；见73页(鱼)，79页(两栖动物)，87页(爬行动物)。

毒针蛙(poison-dartfrog)：固胸树蛙科无尾两栖动物统称，多数皮肤有毒，并且有明亮的警示颜色(见167页)。它们的名字来自于南美印第安人对各种固胸树蛙所分泌的毒素的使用方法，即轻触吹管状的射器。

美洲商陆(pokeweed)：商陆属，25种热带、暖温带草本植物、灌木和乔木的统称。从美洲商陆浆果中提取的一种染料可用于给墨水和酒类调色。

北极熊(polar bear)：大型杂食性动物，毛白色带黄，栖居在阿拉斯加沿海地带；见128－129页。

寒漠(polar desert或cold desert)：降水量极小的高纬度地带，又称冻原；见210页。

鸡貂(polecat)：3种矮胖鼬科动物的统称。身体小，毛呈褐色，四肢短，常见于欧亚大陆森林或干旷草原；见131页。

绿鳕(pollack或pollock)：和北大西洋水域的鳕鱼有亲缘关系，可食用，又称青鳕。

花粉(pollen)：结种植物中有雄性生殖细胞的孢子状构造(小孢子)。(针叶树等)裸子植物的花粉粉粒在雄性孢子叶球中(见38页)，有花植物的花粉粉粒在花药中(见40－41页)。花粉借风或动物做媒介，传到雌蕊(见42页)。

花粉篮(pollen basket)：工蜂后足上的槽状构造，用来携带花粉。

花粉囊(pollen sac)：结种植物中产雄性配子(生殖细胞)的构造(有花植物中的花药)；见38页，41页。

花粉管(pollen tube)：由发芽的花粉粉粒长出的花丝状构造，长到胚珠处时，将雄性生殖细胞带到卵子(雌性生殖细胞)附近；见38页(松柏目植物和同源植物)，40－41页(有花植物)。

传粉(pollination)：结种植物雄蕊里的花粉传到雌蕊的柱头上，风和动物(尤其是昆虫)是传粉的主要媒介；见38页，40－41页，42页，65页，96页，119页。

污染(pollution)：人类的活动使环境混入有害物质的现象；见224－227页。

一雌多雄(polyandry)：(个别鸟类)独特的交配方式，即一雌鸟与多个雄鸟交配；见158页。

西洋樱草(polyanthus)：报春花和黄花九轮草等杂交而成的系列栽培品种(报春花)。

多毛目环节动物(polychaete或bristleworm)：多毛纲环节虫的统称，如钓饵虫、缨鳃蚕等；见55页。

多胎(胚)(polyembryony)：见63页。

多偶性(polygamy)：动物交配方式，指动物与多个异性交配，通常为一雄多雌；一雌多雄较为罕见；见157－158页。

蓼属植物(polygonum)：蓼科蓼属一年生或多年生草本植物，约260种。有些品种(如博卡腊温蓼)为观赏性植物，节草等品种(如日本节草)是有害杂草。

一雄多雌(polygyny)：动物的交配方式，指一雄性与一个以上雌性交配。雌性通常单独喂养幼禽。是哺乳动物中最常见的交配方式；见157－158页。

聚合物(polymer)：大量重复的单体结合成的天然或合成化合物，如淀粉、蛋白质。

多态性(polymorphism)：(一些动物中)构造和机能完全不同的几个种类生存在一起的现象；见53页。

珊瑚虫(polyp)：腔肠动物两种生活形态之一，身体呈筒形，口周围有触角，海葵是典型的螅形腔肠动物；见53页。

多肽(polypeptide)：氨基酸构成的聚合物(见方框，6页)。

多倍体(polyploid)：(细胞的)一个、几个(非整倍)或全部(整倍)染色体出现三次或三次以上。

水龙骨属植物(polypody)：真蕨科真蕨属各种攀缘植物的统称(见方框，37页)。

多糖(polysaccharide)：由许多单糖分子组成的糖，如纤维素、糖原、淀粉等。

石榴(pomegranate)：热带、亚热带矮小乔木，果实可吃。果皮坚硬，内有很多种子，种子的外种皮多汁。

水塘(pond)：小型天然的淡静水体；见218页。

黾蝽(pond-skater或water strider)：又称水黾。异翅目水黾科昆虫的统称。分布广泛，生活在水面，以昆虫尸体为食。海水黾属的黾蝽生活在热带洋面上；见155页。

角果藻(pondweed)：眼子草属100余种水生草本植物的统称。或浮于水面，或长在水中；见219页。与之无亲缘关系的加拿大角果藻则完全生长在水中。

弱夜鹰(poorwill)：夜鹰亚目，有4个品种。伪装巧妙，不易被发现，但可从其叫声辨别出来。

杨树(poplar)：柳科杨木属35种北温带乔木。木质轻，生长快，用于生产木浆、火柴和包装箱。颤杨、棉白杨、箭杆杨等许多品种为观赏性植物。

罂粟(poppy)：罂粟科罂粟属和绿绒蒿属等一年生或多年生草本植物的统称，如加州罂粟。罂粟锦葵和水罂粟没有亲缘关系。鸦片是从罂粟提取的；见42页，45页。

种群(population)：特定地区混生物种的总称(见16－17页，194页)。各种复杂环境内的种群总数有差异；见172－173页。

鼠鲨(porbeagle)：鲭鲨科鼠鲨属北部海域鲨鱼。行动敏捷，捕食其他鱼类。

豪猪(porcupine)：啮齿目动物美洲豪猪科(新大陆豪猪)和豪猪科(旧大陆豪猪)豚鼠形动物的统称。全身毛刺长而硬，用以自卫，夜间活动。新大陆种多为栖树动物；见9页，135页，167页，201页。

(密斑)刺鲀(porcupine fish)：刺鲀科15种海洋鱼类的统称。和刺鲀有亲缘关系，遇敌时腹部膨胀，用以自卫。身上有长刺，部分毛刺固定。腹部膨胀时，不固定的毛刺能竖起，令捕食者无法靠近(见76－77页)。有固定毛刺的刺鲀叫“固刺鲀”。

真鲷(porgyk sea bream)：鲈形目鲷科100种鱼类的统称。产于热带和温带海域，产量大，是当地各国和许多其他国家渔业的主要产品。

鼠海豚(porpoise)：鲸目鼠海豚科32种小齿鲸的统称。多生活在北半球沿海水域；见142页，144页，145页，165页。

僧帽水母(Portugueseman-of-war)：栖于洋面上的水母状管水母，腔肠动物，喜群居。顶部有一浮囊。狭长身体上有水螅虫，虫体内的螫细胞是自卫的武器，也用来捕食；见53页。

袋貂(possum)：大量有袋目动物的统称。身材小，树栖，食草或杂食性动物，且多夜间出没。生活在澳大利亚和新几内亚岛，包括环尾鼩、鼹鼯、蜜鼩、袋鼯和小袋鼯。

钾(potassium)：金属元素(符号K)。有机变化过程必不可少的元素；见31页(方框)，179页。

马铃薯(potato)：茄科草本植物。产于中美洲和南美洲，现种植范围极广，是温带、亚热带许多国家的主要作物。块茎含蛋白质、维生素C和丰富的淀粉；见46页。

委陵菜(Potentilla)：蔷薇科，500余种一年生或多年生草本植物和小灌木的统称。生长在北半球。银委陵菜叶子银色；见211页。

马铃薯晚疫病真菌(potatoblightfungus)：见35页。

蜾蠃(potter wasp)：铃蜂科独居蜂。分布在温带和热带地区，用湿泥做成花瓶状小巢；见161页。

树熊猴(potto或kinkajou)：又称蜜熊。灵长目懒猴科低级动物。行动迟缓，多夜间出没，居于非洲丛林。与之有亲缘关系的金熊猴也叫金树熊猴；见137页。

高草原(prairie)：北美温带草原；见199页(地图)，206页。

草原榛鸡(prairie chicken)：雉科2种北美草原猎鸟的统称。形状像松鸡；见94页。

草原犬鼠(prairie dog)：啮齿目松鼠科场拨鼠属动物的统称。形状像松鼠，喜群居，如黑尾草原犬鼠。出没在遍布北美草原的地洞里；见134页，161页，206页。

北美草原狼(prairie wolf)：又称郊狼。

燕鸻(pratincole)：鸻鹬形目燕鸻科9种旧大陆和澳大拉西亚鸟类的统称。与鸻外形相似，同走鸻有亲缘关系，长尾短喙。

对虾(prawn)：甲壳纲十足目动物的统称，尤指长臂虾属。对虾与虾的区别不严格，对虾身体扁平，有两对螯；见67页。

前寒武纪(Precambrian era)：最早的地质代，从46亿年前地球形成延续到5.7亿年前；见4页。

捕食行为(predation)：动物(捕食者)捕食其他动物(捕获物)获得食物(觅食)；见162－163页，164－165页，166－167页。

羽脂腺(preen gland或uropygial gland)：(鸟类)尾羽基部的腺，分泌油性流质，鸟喙将其涂到身上，使羽毛平整，又可防水，也称尾羽腺；见93页。

整理羽毛(preening)：(鸟类)用喙清洁、梳理羽毛。喙从尾部羽脂腺汲取脂腺，将其涂到身上；见93页。

能抓的(prehensile)：(肢、尾)能抓握的。新、旧大陆猴最明显的一个差异是许多新大陆猴的尾巴能缠绕、抓握(见138－139页)。

前臼齿(premolar)：哺乳动物8个双夹齿(上、下颌各2对)，位置在切牙和第一个臼牙之间。

仙人果(prickly pear)：仙人掌属仙人掌植物的统称。北美无花果等种类的果实可吃。

初级飞羽(primary)：鸟翼外层的飞羽；见90页(方框)，92页。

初级生产率(primary productivity)：生态系统内(经一限定时间)自养生物(主要指植被)所生产的原生质总量，以此测定生态系统能量储存，单位为千克／(年·平方米)；见194页，195页。不同陆地生态系统初级生产率见200－210页。

灵长目动物(primate)：180余种灵长目动物的统称，哺乳动物一目，如旧大陆狐猴、懒猴(低级灵长目动物)和猴、猿及人类(高级灵长目动物)。大脑发达，活动灵活，喜群居；多为栖树食草性动物，但居住地和饮食习性差别很大；见136－141页，154页(方框)。

原条(primitive streak)：见187页。

报春花(primula)：报春花科报春花属500余种多年生草本植物的统称，多生长在北温带。普通报春花每个茎上都有花，但黄花九轮草的无叶花茎顶端有伞形花序。西洋樱草等许多种类和品种皆可栽培。

锯鳞(prion)：南半球6种小海燕的统称。南极锯鳞捕食水中鱼类时，将胸脯作龙骨飞掠水面，双脚击水向前推进。

女贞(privet)：木犀科木犀属50余种灌木、乔木的统称。欧洲土生植物，经亚洲和马来西亚传到澳洲。欧洲女贞可做树篱。

长鼻目动物(proboscidean)：鼻子长圆筒形。曾是繁衍种类极多的哺乳动物，现仅有2个品种长鼻象；见108－109页。

长鼻猴(proboscis monkey)：婆罗洲旧大陆疣猴，同叶猴有亲缘关系，鼻子长，呈球状；见139页，217页。

原形成层(procambium)：初生分生组织细胞，形成植物的初生维管组织(见32页)。

浣熊科动物(procyonid)：浣熊科16种食肉性动物的统称，如浣熊、南美浣熊、尖吻浣熊、蜜熊、环尾熊、小熊猫等。身材小，栖于地面，属杂食性动物。除小熊猫外，其他均是在新大陆发现的；见122页，130页。

纵剖面(profile)：土壤通过土坑可观察到的剖面，其性状标示可视层(层位)状况。

深水区(profundal zone)：淡水生境内深水地区；见218页。

原核生物(prokaryote)：单细胞生物体，细胞无核。细菌是原核生物一大类；见7页，20页，24－25页。

催乳激素(prolactin)：(脊椎动物)垂体分泌的激素，调节哺乳动物的产乳功能；见183页。

天社蛾(prominent)：鳞翅目天社蛾科昆虫的统称。前翅末端有一簇簇翅瓣，蛾停落时翅瓣展开。银色天社蛾的幼虫为浅绿色，头呈红色。

叉角羚(pronghorn或American antelope)：北美偶蹄目反刍动物，与羚羊相像，旧大陆称羚羊；见117页，149页，206页。

原猴亚目猴(prosimian)：低级灵长目动物(懒猴、狐猴等)；见136页。

普罗梯亚木(protea)：普罗梯亚属100余种常绿灌木、乔木的统称。多分布在南部非洲。头状花序带有装饰苞片，色彩艳丽；见205页。

蛋白质(protein)：由氨基酸、多肽链组成的聚合物；见6页(方框)，20页，31页，179页。

前胸(prothorax)：昆虫前胸，第一肢节，有二只足。

原生生物(protist)：单细胞真核细胞生物，归入原生生物界；见7页，26－27页。

原索动物(protochordate)：见51页(方框)。

原生质(protoplasm)：细胞膜内细胞胶状物。真核细胞中有核质(核中)和胞质之分；见20页。

原肢类(protostome)：见51页(方框)。

原兽亚纲哺乳动物(prototherians)：见100－101页。

原生动物(protozoan或protozoon)：动物单细胞生物体。一些专家称其为真核细胞动物原生生物，其他专家将其与动物原核生物划分到原生动物门；见7页，26－27。

原尾虫目昆虫(proturan或telsontail)：无翅亚纲原尾目昆虫。分布广泛，行动隐蔽。生活在土壤、枯枝落叶层等地方。用锐利的口器从真菌菌丝中汲取浆液。无眼睛或触须，一对前腿细长，在身体两侧像一对触须。幼虫脱皮时腹部变大，直至长成成虫；见60－61页。

洋李干(prune)：含糖分很高的各种干李子。李子从树上落下后变干。

李属(Prunus)：蔷薇科，如李子、桃、杏、樱桃等。

假果(pseudocarp)：果实状构造，有组织无子房(长成果实的部位)，如草莓，只有花托组织。

假足(pseudopodium)：即"假脚"。单细胞生物或吞噬细胞的原生质在细胞移动或吸收食物时临时伸出的"脚"；见27页。

拟蝎(pseuoscorpion)：蛛形纲拟蝎目蝎状食肉小动物。体小，无细长腹部和螫刺，易分辨。多活动在枯枝落叶层。

裸蕨植物(psilophyte)：裸蕨植物门植物统称，如笋帚蕨。

雷鸟(ptarmigan)：雷鸟属3种松鸡的统称，尤指普通雷鸟。生活在北极地区和北温带，夏季羽毛为褐色，有花纹，冬季羽毛为白色；见67页(方框)。

蕨类植物(pteridophyte)：蕨类植物门植物统称；见30页，36－37页。

翼手龙(pterosaur)：双窝类爬行动物，能飞行，出现于三叠纪末，即2.5亿年前，白垩纪末绝灭；见82页，84页，176页。

有翅昆虫(pterygote)：有翅亚纲昆虫的统称，即"有翼昆虫"，现有昆虫绝大部分都属此类，分外翅类和内翅类。外翅类(16个目)昆虫为不完全变态，如蚱蜢、蜻蜓、蚜虫；内翅类(9个目)为完全变态昆虫，如甲虫、蝴蝶、蜜蜂等。内翅类昆虫目数有限，但品种繁多；见60－61页，62－63页。

普度鹿(pudu)：普度属鹿，有2种，鹿角无分枝，是鹿科最小的一种。生活在南美洲安第斯山脉茂密丛林中。

马勃(puffball)：担子菌真菌，孢子长在一个轻薄如纸的球体中。雨滴或动物经过时的吹动作用，使孢子从开口处一层一层地释放；见35页。

喷鴗(puffbird)：鴗形目喷鴗科33种树栖食虫鸟的统称。生活在南美雨林地带，体小头大，羽毛为黄褐色，蓬松柔软，因此得喷鴗之名，见91页。

刺鲀(puffer)：刺鲀目刺鲀科120种咸水鱼的统称。生活在大西洋、印度洋和太平洋热带、亚热带水域。能吸进空气或水，腹部膨胀呈球状，有些刺鲀的毛刺会因此呈放射状竖起。尖嘴，上下颌各有2个大齿。许多品种的鲀有毒，误食后能导致麻痹或死亡。在日本却为佳肴，需经过特殊处理后可食用。

北极海鹦(puffin)：海雀科，3种。大头，浅色厚喙，生活在全北区；见96页。

犁花尺蠖(pug)：各类尺蛉蛾的统称。

脉搏(pulse)：(动物)动脉有规律地扩张与收缩，与心脏跳动同步。

美洲狮(puma,cougar或mountain lion)：猫科动物，分布广。皮毛呈黄褐色，深至灰褐色，长尾；见125页，205页。

西葫芦(pumpkin)：葫芦属西葫芦和南瓜等栽培品种的统称。果实呈圆形，可做饼或动物饲料。

断续性平衡(punctuated equilibrium)：由斯蒂芬·杰伊·古尔德和奈尔斯·埃尔德雷奇于1971年首次提出的关于进化速度的理论。指出自然选择只对整个种群起作用，并非针对具体物种，进而导致持续性平衡(静态平衡)。这种平衡常被一系列的剧变(突变)打断。当时的化石标本能说明这一点。但此后对化石记录的进一步研究却证实了现已公认的继续性渐进理论，即进化变化是一个渐进过程，但在一定时期内变化节奏加快，变化由个体选择的一般进程而引起(如达尔文所述，见13页，16－17页)。

蛹(pupa)：昆虫由幼虫变为成虫(成体)不活跃的过渡形态；见60页，63页，65页。

瞳孔(pupil)：脊椎动物眼中虹膜中心的圆孔，可随着光线的强弱而扩大或缩小，见189页。

鼬鼯(pygmypossum)：有袋目鼬鼯科7种小型动物的统称。森林树栖动物，产于澳大利亚和新几内亚。尾部能抓握，脚拇趾与其他趾相对。

尾综骨(pygostyle)：鸟尾部，鸟尾部羽毛从此处散开；见90页(方框)，92页。

火棘(Pyracantha)：蔷薇科6种多刺、常绿灌木的统称。观赏性植物，多栽培在亚洲、欧洲。

螟蛾(pyralid moth)：鳞翅目螟蛾科昆虫的统称。分布广，幼虫以枯枝干叶为食。有些是农业害虫，如斑粉螟属蛾蛀食面粉，谷斑螟属蛾吃干果和坚果。

大蟒蛇(python)：蟒蛇科蟒亚科无毒大蛇。多生活在旧大陆热带地区。通常认为蟒蛇是最长的蛇，一标本长达10米(33英尺)；见88－89页。

四足动物(quadrupedal)：靠四肢爬行的动物。

白氏斑马(quagga)：现已绝灭的一种斑马。

鹌鹑(quail)：雉科，林鹑科40种小型猎鸟的统称(新大陆鹌鹑)。身小腿短，身形饱满，分布较广，多生活在非洲和亚洲。

第四纪(Quaternary period)：最近的地质年代，160万年前至现在；见4页。

红嘴奎利(quelea)：3种小织布鸟。喜群居，生活在非洲原始森林中，是农作物的最大害虫；见97页(方框)，230页。

凤尾绿咬鹃(quetzel)：美洲咬鹃，羽毛有绿、白、红三色相杂，尾细长。阿兹特克人视其为神圣之物。

翮(quill)：羽尾上的空心羽轴(见93页)或豪猪的空刺。

水韭(quillwort)：水韭科，叶子像羽轴；见37页。

榅桲(quince)：蔷薇科一种乔木。梨状果实用于蜜饯加工。

贴梗海棠(quince)：蔷薇科，贴梗海棠属3种春季开花灌木，果实用于加工蜜饯。

奎宁(quinine)：从南美金鸡纳属乔木、灌木树皮提取的生物碱。药用广泛，是治疗疟疾的特效药，可调制奎宁水。

短尾矮袋鼠(quokka)：有袋目，与袋鼠相像，并同属一科。身

形较小，四肢、尾巴较短，小耳朵。生活在西澳大利亚。

斑尾袋鼬(quoll或tigercat)：澳大利亚、塔斯马尼亚岛土生袋鼬。现存最大的袋鼬属有袋、食肉性动物；见105页。

兔(rabbit)：兔科各种兔(包括野兔)的统称。喜群居，出没在地洞中，产发育不完全的幼仔。家兔与野兔的差别并无严格规定，事实上美洲公(家)兔是野兔，而一些所谓的"野兔"实则为家兔；见17页，132页，183页，195页。

兔耳袋狸(rabbit-eared bandicoot，greater bilby或dalgyte)：有袋目兔袋狸科，产于澳大利亚。喜穴居，耳奇长，为罕见的沙漠栖息动物。

兔头(rabbitfish)：鲈形目蓝子鱼科25种海洋鱼的统称。产于印度洋一大西洋地区和东地中海。口鼻浑圆，上嘴较大，略似兔唇。尖鳍刺有毒。又称银鲛鱼。

浣熊(raccoon)：浣熊科浣熊属新大陆哺乳动物的总称；见130页，213页。

貉(raccoon dog)：犬科，生活在远东丛林地区。矮胖、短腿，貌似浣熊，杂食性动物。

总状花序(raceme)：一种花序，花朵结满细长的花梗，如羽扇豆属植物。新生花朵结在上部，早生花朵结在下部。

鞭尾蜥(racerunner)：行动非常敏捷的臼齿蜥，身体修长，长尾巴。

放射性碳年代测定法(radiocarbon dating)：利用放射性碳-14测定物质年代；见4页。

放射虫(radiolarian)：海洋原生动物的总称；见160页。

萝卜(radish)：芸苔属，根生植物，产于世界各地，辛辣的主根可做色拉。

齿舌(radula)：软体动物口腔内角质、舌状咀嚼器官；见56—57页。

酒椰叶纤维(raffia)：酒椰属。从棕榈树嫩叶提取的柔软纤维，可染色，用做纺织原料。

大花草(Rafflesia)：热带植物一属；见30页，42页，47页(方框)。

布谷鸟剪秋罗(ragged robin或cuckooflower)：石竹科多年生草本植物，生长在潮湿地带，粉红色全裂花瓣，可栽培。

钓饵虫(ragworm)：多毛目沙蚕属环节动物的统称。海洋软体虫，身体扁平，肢体滚圆，生活在沙滩地洞中。

千里光(ragwort)：千里光属，一年生或多年生草本植物，如牛津千里光和千里光，后者对哨食牧草动物来说有毒。

秧鸡(rail)：鹤形目秧鸡科50种鸟的统称。身形苗条，全身灰暗；长嘴、短身；长腿、长趾。生长在沼泽地带。许多岛屿上的秧鸡多数已不能飞行，有些已濒临绝灭；见91页，97页(方框)。

雨林(rainforest)：多雨水地区的大片密林，即年降水量超过1500毫米(60英寸)；见199页(地图)，200—201页(热带)，207页(温带)。

上升沼泽(raised bog)：泥炭形成的生态系统。泥炭积聚量过大，其表面不受地下水影响。水分补充完全依靠降水；见216页，219页。

葡萄干(raisin)：晒干的葡萄。

熊葱(ramsons或wild gralic)：葱科北温带旧大陆鳞茎状草本植物，碎叶有刺鼻蒜味。

生长区(range)：动物、植物正常生长的地理区域，或环境分布区，用于地理含义，又称"分布"。

社会地位(rank)：1.等级制度中的地位。2.级系，动植物分类阶层系统中的位置。

毛茛科(Ranunculaceae)：双子叶植物的一科，如毛茛属、铁线莲属、银莲花属等；见45页。

毛茛属植物(Ranunculus)：毛茛科，约400种一年生或多年生草本植物，如草地毛茛、小白屈菜、小水毛茛。

芸苔(rape)：芸苔属2种植物的统称。油料作物，种子可榨油；也可加工成动物饲料。

悬钩子(raspberry)：蔷薇科悬钩子属植物的统称，尤指复盆子。二年生主茎多皮刺，第二年结果实。

大鼠(rat)：啮齿目鼠科动物的统称。它们与小鼠的区别在于体形较大。鼠属的许多品种称为大鼠，如褐鼠(或家鼠)和玄鼠(又称屋顶鼠)。这两种鼠原为亚洲土生动物，现已成为世界各地的有害动物(见方框，134页)。许多形状与大鼠相似的豚鼠形啮齿动物都称大鼠；见133页，134页(方框)，135页，150—151页，153页，154页(方框)，162页(方框)，213页。

蜜獾(ratel或honey badger)：鼬科。凶猛、矮胖。有白、灰、黑斑纹。生活在非洲、阿拉伯半岛和中亚、南亚，喜吃蜂蜜，因此称蜜獾。

平胸鸟(ratite)：10种只会跑、不会飞的鸟。胸骨发育不良或没有飞羽；见92页，97页(方框)。

鼠袋鼠(rat kangaroo或potoroo)：有袋目鼠袋鼠科与袋鼠相像的小型动物的统称。遍布澳大利亚；食草动物，昼伏夜出。

鼠负鼠(rat opossum或shrew opossum)：有袋目新袋猬科，南美7种小型食虫动物的统称。长吻，小眼睛，鼠状尾，无育儿袋。

省藤(rattan)：10个属攀缘类棕榈植物统称。茎柔韧，用途较广，可加工成枝编器物。马六甲茎是菖蒲植物许多品种的主茎；见45页。

响尾蛇(rattlesnake)：新大陆响尾蛇科许多种毒蛇的统称。遇危险时，(尾部)能发出声音，因此得名响尾蛇；见89页，167页。

渡鸦(raven)：新、旧大陆6种以腐肉为食的乌鸦统称。全北区渡鸦65厘米(26英寸)长。

鳐刺(ray)：1.鱼鳐的支撑结构(刺状硬骨)。2.鳐，软骨鲨亚纲或板鳃亚纲，350余种海洋软骨鱼类的统称，鲨鱼即属此类。身体竖直扁平，两侧为较大的胸鳐，鳐上下摆动向前推进。栖于海底，牙齿细小而多，以甲壳纲动物为食。有些在角制囊中孵卵，大多产小鱼；见73页，74页，75页。

鳐刺鱼(ray-finned fish或actinopterygian)：又称辐鳐亚纲鱼。辐鳐亚纲硬骨鱼，现存主要鱼类。除几个较早(鱼)目外(如鲟、匙吻鲟)，雀鳐，弓鳐鱼，多鳐鱼，现代鳐刺鱼皆为真骨亚纲，硬骨鱼；见70—71页。

雷，约翰(Ray,John)(1628—1705)：英国博物学家，阐述了最早的生物学分类系统；见18页。

刀嘴海雀(razorbill)：海雀科，嘴长且狭窄(故得此名)；见97页(方框)。

花托(receptacle)：(花的)萼片、花瓣、雄蕊和心皮的连接处；见40页，41页。

隐性性状(recessive)：只有同另一个隐性基因，而不是显性基因配对时才能表达出的性状。

重组(recombination)：减数分裂时基因的重新组合；见23页。

直肠(rectum)：肠管最末一段(上与结肠相连，下与肛门相连)。粪便从肛门排除之前储存在直肠；见178页，179页。

红藻门(red algae)：海藻的一门；见34页，221页。

红醋栗(redcurrant)：矮小灌木，与(黑)茶藨子相似，红色浆果味道强烈。

赤狐(red fox)：犬科动物，常见于欧亚大陆和北美。全身赤褐色，尾巴毛茸茸、细长；小腿绒毛呈黑色；见127页。

剑叶兰(red hot poker)：百合科剑兰属65种多年生草本植物的统称。生长在非洲和马达加斯加岛。

小熊猫(red panda,lesser panda或cat bear)：又称猫熊。浣熊科，半树栖食草动物。新大陆以外惟一的自然出现的浣熊科动物；见130页(方框)。

白腰朱顶雀(redpoll)：雀科，全北区鸟类，喜栖于松柏树地及桤、桦木丛林。

红脚鹬(redshank)：鹬科一种涉禽。身体滚圆，浅红色腿，喙部连接处呈红色。生活在古北区沼泽地带。

红尾鸲(redstart)：红尾鸲属鸫亚科，13种，红尾摇曳，生活在古北区远东地区。美洲的林柳莺与其没有亲缘关系。

红杉(redwood)：1.海岸红杉，加利福尼亚海岸"雾带"土生松柏树，长至110米(361英尺)或更高；见30页，228页。2.内华达红杉或巨杉，内华达山脉西坡土生松柏树，可长至100米(328英尺)或更高；见30页，228页。3.水杉，中国土生松柏树。

芦苇(reed)：芦苇属，禾本植物，多生在潮湿处，如苇草。诺福克芦苇是理想的盖屋顶草料，用其盖顶的房子能维持80年；见219页。

苇地(reedbed)：一种(或几种)露水面植物生长的沼泽地，以芦苇为主，兼有熏草和莎草。是延续到无障碍水域的重要过渡阶段。

小苇羚(reedbuck)：苇羚属3种灰褐色羚羊的统称。生活在非洲热带、亚热带稀树草原、苇地和山地牧场。

芦鳗(reedfish)：非洲原生淡水鳍刺鱼，与多鳍鱼有亲缘关系，鳗鱼状修长身体，无腹鳍；见70－71页。

香蒲(reedmace)：香蒲科，草状沼泽植物，筒形头状花序密集。严格说不是灯心草，常被误称为灯心草。

食粪(refection或coprophagy)：(兔子)食用由肠道第一次排出的粪便以汲取更多的营养；见132页，133页。

再造林(reforestation)：在原有树木覆盖，却因人类活动或自然灾害一度毁掉的地带重新植树。

再生(regeneration)：(植物和动物)取代失去或受损部分(器官、组织或细胞)；见54页，55页，89页，184页，187页。

驯鹿(reindeer)：生活在北美欧亚大陆地区的北美驯鹿。

石蕊(reindeer moss)：极地地衣，如雀石蕊和石蕊是驯鹿和美洲驯鹿的食物。

强化(reinforcement)：指对某种行为给予奖励或惩罚，使行为得以巩固和持续；见150页。

残遗种(relict)：分布广泛的物种在冰川、冰川消退等天气灾害后遗留下的一个或几个物种(见10页，11页)。

飞羽(remex)：鸟翼上初级和次级飞羽的大羽毛；见92页。

鲫(remora或sharksucker)：鲈形目鲫科8种鱼的统称，生活在大西洋、印度洋和太平洋。身体细长，头部扁平，顶部有一大吸盘，常用此盘吸在鲨鱼、大型硬刺鱼、海龟和海洋哺乳动物身体下面；见76页。

再生性资源(renewable resource)：人类需要的原材料可由自然变化过程不断地实现再生。如合理使用，资源再生可持久下去，例如木材生产和渔业生产。

复制(replication)：细胞分裂前DNA的复制；见22页。

生(繁)殖(reproduction)：(有机物)生物产生一个或多个与其相似的个体(后代)。植物、动物繁殖分为无性繁殖和有性繁殖。有性繁殖要求特殊的器官，即生殖系统。见133页，184－187页；遗传学22页；病毒24页；细菌25页；原生生物27页；植被繁殖33页；水藻34页；真菌35页；孢子植物36页；松柏目植物等38页；有花植物40－41页；海绵52页；腔肠动物53页；棘皮动物54页；软体虫55页；软体动物56－57页；昆虫62－63页；甲壳纲动物66页；蛛形纲动物68－69页；鱼类74－75页；两栖动物80－81；爬行动物86页；鸟类94－95页；哺乳动物100页；单孔目动物102页；有袋目动物103页；犰狳107页；象108页；猪113页；鹿116页；食虫动物120－121页；兔132页；啮齿目动物135页；灵长目动物136页；海豹等143页；鲸144页。

母体(reproductive)：群居昆虫中有繁殖能力的雄性或雌性。群居蜜蜂、黄蜂、蚂蚁只有雌性母体(王后)，白蚁有蚁王和蚁后。昆虫王和王后是主要的母体。

繁殖系统(reproductive system)：一组相关器官(如动物的生殖器、植物的孢子囊)，用以繁殖新的个体。

爬行动物(reptile)：脊椎动物爬行纲，现存4目代表性动物：鳄鱼目(鳄鱼、短吻鳄、长吻鳄等)、海龟目(海龟、乌龟、水龟)、有鳞目(蛇、蜥蜴、蚓蜥)和喙头目(斑点楔齿蜥)。还包括恐龙、翼手龙和鱼龙等许多绝灭种类；见82－89页。

滞留时间(residence time)：物质的一个原子在特定形式下停留的时间(长短)，如碳循环过程中碳原子在大气中滞留的时间(见196－197页)。

树脂(resin)：木本植物渗出液(含酚和萜烯)，溶于水。树脂在树脂导管中形成。松柏植物的树脂用途广泛，如造船使用的焦油、生产涂料所需的松脂，生产消毒剂和加工食品需用的松萜；见39页，209页。

呼吸(respiration)：1.(动、植物)从大气(空气和水)吸入氧气，呼出二氧化碳(废物)。除低级小动物外，呼吸依靠特殊的呼吸系统来完成；见32页(植物)，180－181页(动物)。其他见原生动物27页；昆虫59页，180页；鱼类72－73页；两栖动物78页，79页；鸟类93页；海洋哺乳动物142页，143页(方框)，144页。2.细胞呼吸，细胞内葡萄糖转化成能量可利用形式的复杂化学过程；见21页。

呼吸色素(respiratory pigment)：血液中输氧容量高的特殊分子。在呼吸器官表面与氧混合，后渗入体内各组织；见180页。

报复(retaliation)：回击，是动物抵御对手进攻的最后一道防线。

蜂窝胃(reticulum)：反刍动物的第二胃；见112页。

视网膜(retina)：眼球最内层的薄膜，对光线很敏感；见189－190页。

尾羽(retrix)：鸟类尾部的大羽毛(见92页)。

逆转录酶病毒(retrovirus)：RNA(核糖核酸)病毒；见24页。

感杆束(rhabdom)：在复眼中；见190页。

美洲鸵(rhea)：鸵鸟目鸵鸟科2种不会飞行鸟类，又称南美洲鸵鸟。美洲鸵腿部有羽毛，脚有一个趾。大美洲鸵身高1.5米(6英尺)，生活在草原；见91页，97页(方框)。

短角羚(rhebok)：长颈、短角、灰褐色羚羊。皮毛柔软，举止优雅，居住在南部非洲多草山地和草原。

猕猴(rhesus monkey)：南亚一种猕猴，多用于医学实验；见139页，154页(方框)。

犀牛(rhinoceros)：奇蹄目犀科大型有角动物。居住在非洲撒哈拉沙漠以南(2种)和东南亚(3种)；见16页，110－111页，203页。灭绝的长毛犀牛；见100页。

独角仙(rhinoceros beetle)：金龟子科兜虫亚科金龟子甲虫。热带大、中型甲虫，头上有一个或多个长弯角。有些种类的幼虫是水稻、甘蔗和椰子树等作物的主要害虫。

根瘤菌(Rhizobium)：一种细菌，使豆科植物根部形成根瘤，起到固氮作用。

假根(rhizoid)：孢子植物和真菌中丝状构造，作用与根相同；见36－37页。

根茎(rhizome)：地下横生茎；见44页。

杜鹃花(rhododendron)：杜鹃花科杜鹃花属500－600种灌木的统称，偶有乔木，源于东亚。许多品种和杂交品种可栽培。

红藻门(Rhodophyta)：植物的一门；见34页。

视紫红(rhodopsin)：(脊椎动物)眼球视(网)杆上所含的红色色素；见96页(方框)，189页。

大黄(rhubarb)：蓼科温带多年生灌木，叶茎可食。叶中草酸盐钙含量高，有毒。

细尾刀鱼(ribbonfish)：月鱼目粗鳍鱼科8种鱼类的统称。生活在各海域。浅水鱼，体长侧扁，背鳍长至尾部，尾鳍上翘，呈扇形。

纽形动物(ribbon worm)：纽形动物门无椎脊动物的统称，与扁虫构造相似，但质硬。长形身体，爬行缓慢。栖息在海水中，以其他虫类为食，有些品种长达10米(33英尺)。

核糖体(ribosome)：原核生物和真核生物细胞中由蛋白质和核糖体r-RNA组成的颗粒状物质，是合成蛋白的位点；见6页(方框)，20页(方框)，21页，22页，24页。

稻(rice)：稻属20余种谷类禾本植物的统称。糯稻的许多品种英文又称paddy。世界人口中有60%以稻作主食。亚洲和远东地区是主要产稻国和水稻消费国，这一地区已有5000多年种植水稻的历史。稻是半水生植物，常种植在死水中，有些品种适应较干燥条件。稻分两种：一种是含糖分的糯米，煮熟的饭有粘性；另一种是含淀粉较多的非粘性稻米。

丰富性(richness)：生态系统内发现的物种数量；见195页。

鳞龟(ridley)：鳞龟属2种小海龟。一种生活在大西洋，另一种生活在太平洋。

露脊鲸(right whale)：鲸目露脊鲸科3种大型动物的统称，如弓头鲸，北极露脊鲸和露脊鲸；见142页，144页，145页。

蓬尾浣熊(ringtail)：浣熊科，外形像猫，褐色，长尾巴，尾部黑色以呈环状。居住在墨西哥和美国西南部多岩石地带；见130页。

环尾貂(ringtail possum)：有袋目卷尾袋貂科16种树栖动物的统称，昼伏夜出，食树叶。手能抓握，脚趾可相对，尾巴细长可缠绕。

成熟(ripening)：植物体发育到完备阶段，尤指果实完全长成；见41页，43页。

仪式化(ritualization)：由不可交流行为发展为炫耀行为和其他交流形式的演化过程。仪式化信号通常是固定的，往往是最初行为方式的夸张形式；见155页。

江豚(river dolphin)：鲸目，海豚科5种水生动物的统称。生活在南美和南亚各河流中；见142页，144－145页，165页。

河流生态系统(river ecosystems)：见218－219页。

核糖核酸(RNA)：核糖核酸有不同形式，即信使核糖核酸、转运核糖核酸和核糖体核糖核酸。这三种形式都参与脱氧核糖核酸控制的蛋白质合成过程；见6页(方框)，15页(方框)，19页，22页，24页(病毒)。

斜齿鳊(roach)：鲤科，欧洲淡水鱼，分布广泛。受垂钓者青睐，是欧洲大部分地区的食用鱼类。

走鹃(roadrunner)：鹃形目鸡鹃科2种与杜鹃相似的鸟。长尾，有羽冠。生活在美国西南部沙漠中。奔跑快，捕捉蜥蜴和蛇时动作迅速、敏捷。

食虫虻(robber fly)：双翅目食虫虻科大、中型昆虫的统称，有记载约4000余种。成虫脚粗壮，喙坚硬，有毛刺，以其他昆虫为食。幼虫生活在泥土或枯枝落叶层中。

旅鸫(robin)：胸部红色的许多没有亲缘关系鸟类的统称。人类熟悉的西古北区旅鸫是鸫属鸟类，为小歌鸫(见159页)。身材较大的美洲旅鸫是典型的歌鸫。

芝麻菜(rocket)：芸苔科植物的统称。如芝麻菜和紫花南芥。一种黄色染料是从与此无亲缘关系的淡黄木犀草中提取的。

南美岩鼠(rock rat)：1.啮齿目动物。喜穴居。矮胖，与鼠相似，和八齿鼠同属一科。栖息在安第斯山脉。2.南非岩鼠，又称南非蹄兔，与松鼠相像，皮毛柔软光滑，尾巴细长，栖息在非洲东北部和南部多岩石山地。

岩蔷薇(rockrose)：蔷薇科蔷薇属，半日花属草本植物或灌木的统称。许多品种已在花园中栽培；见205页。

视(网膜)杆(rod)：许多脊椎动物视网膜中杆状细胞，对颜色无反应，但对暗光线很敏感；见97页，189－190页。

啮齿目动物(rodent)：啮齿目哺乳动物的统称，近1700种，是哺乳动物最大一目。杂食性动物，活动灵巧，获得食物能力强。中、小型哺乳动物，栖息于除南极大陆以外的各个陆地。有三个亚目，即松鼠亚目或类似松鼠的啮齿类动物(如松鼠、土拨鼠、山狸等)；豚鼠亚目或类似豚鼠的啮齿类动物(豚鼠、豪猪、河狸鼠等)；鼠亚目或类似小鼠的啮齿类动物(如大鼠、小家鼠、田鼠等)；见133－135页。

鱼卵(roe)：雌鱼卵或雄鱼精液(鱼白)。

佛法僧(roller)：佛法僧目佛法僧科12种鸟的统称。光艳夺目。鸟声动人，喙宽，呈钩状，捕食昆虫。栖息在旧大陆，以其特技飞行的求偶炫耀得此名；见90页，91页。

秃鼻乌鸦(rook)：古北区大乌鸦，面部和喙部呈浅灰色，喜在群栖处产卵，产卵较早。

群栖处(rookery)：各种鸟类和哺乳动物如企鹅(见97页)，海豹和海象共同的产卵之处，(见159页)。

根茎(root)：(植物的)大量地下无叶长出物(或分枝)，能够将植物固定在土地上，吸收土壤中的水分和无机养分(见31页)。在一些孢子植物(见37页)中，假根或根状物(后者可在一些显花植物中见到)和根有相同的作用。根有不同种类，如大雨菊的块茎、胡萝卜和蒲公英的直根，一些热带乔木宽大的散根，以及附生植物的气生根。

根用植物(root crop)：根部可(供人类或动物)食用的作物，如胡萝卜，欧洲萝卜、瑞典芜菁和芜菁。

鲸科动物(rorqual或finback)：鲸目鲸科6种大型、巨型须鲸的统称，如座头鲸、小须鲸、长须鲸、大须鲸和蓝鲸；见142

页，144 页，145 页。

蔷薇科(Rosaceae)：双子叶植物一科，如玫瑰、草莓、苹果、樱桃和山楂等；见 45 页。

蔷薇(rose)：蔷薇科蔷薇属250多种刺皮灌木的统称。生长在北温带和亚热带。多花蔷薇等野玫瑰已栽培成功，经挑选和杂交已栽培出上千个观赏品种。这些观赏性蔷薇分为攀缘蔷薇和灌木蔷薇；见 43 页。

玫瑰鹦鹉(rosella)：玫瑰鹦鹉属8种澳大利亚鹦鹉的统称。体形适中，长尾巴，呈红色或桔黄色，成对飞行。

迷迭香(rosemary)：唇形科，地中海常绿香味灌木，为观赏性植物，用于香料和百花香。

蔷薇根景天(roseroot)：多年生草本植物，产于北温带，因用于装饰，故栽植。

莲座型叶丛(rosette)：叶子呈辐射状，长在短化的、结实的茎上(如蒲公英)。

红木(rosewood)：原指巴西红木，一种有玫瑰花香且极为珍贵的木材，取材于细长的类似豆科植物的树木，但范畴已扩大，包括一些其他类似的木材。

蔷薇亚纲(Rosidae)：一种双子叶植物亚纲；见40页，45页。

喙(rostrum)：喙或形如喙的身体部位，尤其是昆虫(见162页)或蛛形纲动物的喙。

轮虫(rotifer)：轮虫纲微小袋形动物。常见于池塘和沟渠中，虽与原生动物大小相同，却具有高级结构和器官系统，包括一种复杂的有纤毛的进食器官。

圆形舞(round dance)：见 153 页。

圆窗(round window)：在脊椎动物耳中；见 191 页。

蛔虫(roundworm)：线虫纲无脊椎动物，包括小线虫、蛲虫和钩虫；迄今仅发现15,000种线虫，可能只占实际总数的一小部分。有一些线虫是极为重要的人体寄生虫；见55页，168页。

隐翅虫(rove beetle)：隐翅虫科甲虫，已发现27,000余种。它们长有独特的短鞘翅，许多隐翅虫，体小色深，通常食肉。

特化种(r-strategist)：指那些尤其善于移植到新的或易受侵扰的栖息地的物种。此特化种具体指害虫或野草；见43页，230页。

橡胶(rubber)：一种长链碳氢化合物，从一些植物树浆中提取。三叶橡胶为大戟科热带树木，是橡胶的主要来源，因其经济价值而栽植于许多国家。乳胶的采集方法是在树皮内斜向切割。次要来源包括西阿拉橡胶——也属大戟科、印度橡胶和巴拿马橡胶，均属桑科。

红眼鱼(rudd)：鲤科欧洲淡水鱼类，颜色鲜艳，常见于水族池。

芸香(rue)：芸香科芸香灌木，产于地中海。用于香料和香水中。唐松草属植物虽与芸香无亲缘关系，亦称作芸香。

流苏鹬(ruff)：鹬科长颈涉禽，栖息于古北区的低洼沼泽地区。春季雄鸟长出精美的褐色颈毛和耳部簇毛；见94页。

瘤胃(rumen)：反刍动物第一胃，很大；见 112 页(方框)。

反刍(rumination)：一种复杂的消化过程，大多数偶蹄动物有此特点(牛、绵羊、羚羊等)。反刍是在一个专化的多腔的胃中进行，部分消化的食物(反刍的食物)由此回翻以进一步消化，然后重新吞咽；见 112 页(方框)，113－117 页，169 页。

红花菜豆(runner bean)：一种攀援性豆科植物，豆荚在成熟前食用。

灯心草(rush)：主要包括灯心草科和一些莎草科植物；但也包括花蔺科中的多花灯心草。一些根茎用于编制篮子、草席和椅面。泥炭灯心草的木髓过去用于做灯心草蜡烛。

锈病(rust)：一种植物疾病，叶子呈铁锈色，由夏孢子堆目中的担子菌引发(见 35 页)。

黑麦(rye)：一种谷物，主要因收获麦粒而种植于欧洲。用于加工黑面包，薄脆饼干，生产淀粉和饲养动物，黑麦也种植于北美洲，用于加工黑麦威士忌酒。

黑麦草(rye grass)：毒麦属草，共约12种，产于欧洲、亚洲和北非。多年生黑麦是温带地区的重要饲料。

紫貂(sable)：鼬科动物，体小，结实，皮毛呈褐色，躯干长，腿和尾短，分布于亚洲北部的森林中；见 131 页。

糖化物(saccharide)：糖或其他碳水化合物(如多糖)。

马鞍菌(saddle fungus)：马鞍菌属共约25种北温带子囊菌(见35页)。长有空心茎，菌盖呈鞍状。

藏红花(saffron)：番红花，从其柱头中可提取藏红花，用于染色和烹调，故栽植。

鼠尾草(sage)：唇形科，鼠尾草属草本植物。

西谷椰子(sago palm)：西谷椰子属椰子的统称。如无刺西谷椰子从树干木髓中可提取一种几乎纯淀粉制品；见 45 页。

树形仙人掌(saguaro)：最大的一种仙人掌，高达 20 米(66 英尺)，重 12 吨；见 204 页。

赛加羚羊(saiga)：山羊状羚羊的统称，皮毛多茸呈浅褐色，鼻子像树干，栖息于中亚的干旱大草原；见 206 页。

旗鱼(sailfish)：尖嘴鱼卷尾，共 2 种。

金丝桃(St John's wort)：金丝桃科金丝桃属草本植物和灌木，共约 400 种，如有孔金丝桃。产于温带和热带。

绿鳕(saithe)：与鳕鱼有亲缘关系，或称作黑鳕，遍及北大西洋。尽管作为佐餐鱼次于鳕鱼，却颇具经济价值。

僧面猴(saki)：卷尾猴科和叶猴属新大陆猴的统称。猴体中等，长有粗毛和毛茸茸的长尾；见 138 页。

蝾螈(salamander 或 urodele)：有尾目两栖动物，包括 9 科约 350 种。蝾螈大体上像蜥蜴，但无鳞状表皮。产于欧洲、亚洲(喜马拉雅北部)和北美洲、南美洲的热带地区，现在也有一个蝾螈群。最大的一科(多肺螈科)包括无肺蝾螈(见79页)。有时“蝾螈”一词从狭义上指蝾螈科物种(“纯”蝾螈和水螈)；见 78－81 页。

马达加斯加棕尾獴(salano 或 Malagasy brown-tailed mongoose)：灵猫科动物、獴状，皮毛呈棕褐色，长有深色或浅色斑点，栖息于马达加斯加森林中。

杨柳科(Salicaceae)：双子叶植物科，包括柳树、杨树和山杨；见 45 页。

盐度(salinity)：一定容积的水中盐的浓度。盐的主要成分是氯化钠(通常称作食盐)，但也包含其他盐，如硫酸盐。盐度是按千分比计算的。

唾液(saliva)：唾腺分泌的一种液体，包含某种消化酶，在消化道内起润滑作用；见 178 页。

鲑(salmon)：大西洋鲑中，北大西洋鲑科鱼是人们最为熟悉的鱼类之一，供食用和垂钓。鲑要经几番努力才能进入河里到达产卵场，跃过障碍时的场面也颇为壮观；见 73 页、74 页、76 页(方框)，170 页。

沙门氏菌属(Salmonella)：细菌属名，能引发食物中毒；见 24 页。

鲑科鱼(鲑目)(salmonid)：鲑科鱼类，鱼体大且种类多，不仅包括鲑，还有鳟、红点鲑，白鲑和茴鱼。鲑科鱼遍布北半球淡水水域，而且已传入其他地方。许多鱼栖息于海中，迁移到淡水中产卵，它们的鳍小而粗，无真正鳍棘，长在主背鳍后面。这些鱼中有些鱼经济价值很高，也是极珍贵的垂钓鱼类，故成为集中垂钓和大规模保护活动的对象。为满足人们对鲑科鱼——这种昂贵食品的大量需求，现在已开始养殖一些鱼种；见71页。

波罗门参(salsify或oyster plant)：一种耐寒两年生植物，地中海地区土生。因其根和茎可食用，故栽植。

盐(salt)：一种基本味觉；见188页。

盐沼(salt marsh)：一种近海湿地生态系统，见于隐蔽的沿海地区，通常在河口或由陡峭砾脊遮蔽的水域。盐沼建于泥层之上，并且受整个潮汐作用影响，泥层的高度决定植物的生长。

欧洲海蓬子(samphire)：伞形科多年生草本植物，产于欧洲和地中海沿海海岸。肉质叶片用于腌菜或制色拉。非亲缘关系的海蓬子属植物，通常称作海蓬子。

檀香木(sandalwood)：一种芳香木材，主要源于白檀木，为印度、东南亚和澳大利亚土生树木。

盲潜蚤(sand flee)：一种沙蚤。

蛉(sand fly)：毛蠓科白蛉属双翅目昆虫，体小，为食血昆虫，且传播利什曼病；见64页。

沙鸡(sandgrouse)：沙鸡科松鸡状鸟，共16种，可伪装，栖息于非洲和欧洲大陆的沙漠和半干旱地区。善飞，腿部长有羽毛，雄鸟用腿羽吸水，带给幼鸟饮用。

沙蚤(sand hopper)：甲壳纲端足目动物，体小呈虾状。

砂蜥蜴(sand lizard)：蜥蜴类动物，动作迅速；见85页。

鹬科(sandpiper)：12种涉禽的统称。体轻，能伪装，遍布世界。喙中等长度，末端极敏感，觅食时用于探测泥沙；见158页，171页。

液(sap)：植物维管系统(木质部和韧皮部)的液体；见31－32页。这个词有时也指部分细胞内液体。

幼树(sapling)：新长出的树木或灌木。

腐生植物(saprophyte)：通过吸收其他有机体的残余物来获取营养的植物物种。

腐生生物(saprotroph)：生物的统称——植物、动物、真菌(见35页)或微生物——通过吸收其他生物的残余物质获取能量。

吸汁啄木(sapsucker)：锥嘴啄木鸟属啄木鸟，共4种，栖息于美洲，在树上啄洞，时而返回吸汁。

边材(sapwood)：树木外层最嫩的木材，起输导植物液汁的作用。

菝葜干根(sarsaparilla)：菝葜属美洲热带攀缘植物的干根。用于调味和制药。

南非大羚羊(sassaby或topi)：一种放牧羚羊，皮毛呈褐色，略带红色，羊角长而弯曲。栖息于非洲稀树草原。

美洲檫木(sassafras)：美洲檫木属3种芳香树木的统称，从北美洲檫木中可提取黄樟油。

缎木木材(satinwood)：一些非亲缘关系的热带树木木材的统称，如西印度缎木木色金黄，用于制作柜橱。

天蚕蛾(saturniid)：天蚕蛾科鳞翅目昆虫的统称，多见于热带，天蚕蛾属中的几种蛾用于加工丝绸。

蜥臀目动物(saurischian)：蜥臀目恐龙的统称，主要有两种。包括两足兽脚亚目食肉恐龙和大的食草蜥脚类动物；见83—84页。

蜥脚类动物(sauropod)：蜥臀目蜥脚亚目庞大的食草性爬行动物的统称，包括雷龙、梁龙和长臂龙；见83页。

竹刀鱼(saury)：竹刀鱼科，共四种。与颌针鱼有很近的亲缘关系，像它们一样，体长，颌呈针状。

热带稀树草原(savannah)：热带草原，尤其在非洲但不仅限于此；见199页(地图)，202－203页。

热带稀树草原狒狒(savannah baboon)：栖息于热带稀树草原的狒狒，如南非大狒狒。

叶蜂(sawfly)：膜翅目广腰亚目昆虫。沿着产卵器长有锯齿状牙齿，故得名。牙齿用来切入植物组织，幼虫食草，呈毛虫状。

虎耳草(saxifrage)：虎耳草科虎尾草属。共约370种，通常为多年生草本植物，产于北温带、北极和安第斯山脉。多数为高山植物，而且许多在岩石园中生长得很好；见10页，211页。

山萝卜属植物(scabious)：川续断科山萝卜属一年生至多年生草本植物，共约100种，主要产自地中海。本科植物也包括田野山萝卜和齿蚀状根茎山萝卜。

鳞(scale)：覆盖在动物体表——如鱼和爬行动物的许多很小的保护性盾片(由不同材料构成)；见72页(鱼)，107页(穿山甲)。

鳞苞(scale)：针叶树的锥状结构，用于负载胚珠或花粉囊；见38页。

介壳虫(scale insect)：蚧，雌虫体表覆盖一层硬化的树脂状鳞(见63页)。尽管通常为害虫，仍有一些被养殖，食物色素胭脂虫红源于胭脂虫属介壳虫。

扇贝(scallop)：扇贝科海生双壳类软体动物；贝壳呈扇状，并有辐射状条纹。

鳞尾松鼠(scaly-tailed squirrel)：鳞尾科啮齿类，7种动物的统称，栖树，似松鼠，栖息于非洲中、西部的热带森林中，前、后肢之间有一毛膜，用于滑行。

肩胛骨(scapula)：位于后背上部，大而扁平的三角状骨，构成半个胸带。

金龟子(scarab)：金龟子科金龟子亚科甲虫的统称。或者有时广义上指金龟子科甲虫的统称。"纯"金龟子科甲虫以粪为食，有些甲虫把粪便滚成球，埋在隐蔽的地点。古代埃及人视圣甲虫为圣物。

金龟子科甲虫(scarbaeoid beetle)：金龟子总科甲虫的统称，成虫通常有触角，由扁化的体节构成，称之为瓣。瓣可以扇开，露出一个很大的感官表层。被称作"金龟子目"的幼虫呈C形，长有三对短腿，行动较迟缓；它们以食烂木，粪肥或腐烂植物为生。

食腐动物(scavenger)：以植物或其他动物的残余物为食的动物；见194页，195页。

气味(scent)：源于专化香腺的一种化学物质，通常落在周围物体上，用来显示踪迹和划定地界及其他交流目的；见110—117页(有蹄哺乳动物)，122－131页(食肉动物)，153－154页，163页(方框)，188－189页。

血吸虫属(schistosoma)：属名，为吸血扁虫，引发血吸虫病；见168－169页。

群集(schooling或shoaling)：鱼类的习性，通过共同群居而形成鱼群，并彼此协调合作，以防御食肉动物的侵袭；见77

页，156 页(方框)。

松鼠亚目动物(sciuromorph)：似松鼠的啮齿目动物；见 133 页。

骨片(sclerite)：昆虫表皮厚化的部位或盾片。

硬叶植物的(sclerophyllous)：(指植物)长有硬的，似皮革的叶子。此类植物常见于地中海一带或半干旱环境。

蝎(scorpion)：蛛形纲剑尾目约 800 种食肉性动物的统称。其特点是：螯大，体胖，有 8 条腿，下腹长且有突出的尖螫；见 68 页。

鲉 (scorpion fish)：(鲉形目)鲉科热带和温带海生鱼类，共约 300 种。多数栖于海底，有许多尖刺。许多鱼经济价值高。

蝎蛉(scorpionfly)：长翅目昆虫的统称。长翅目昆虫少，共约 400 种，由于头向下垂而长，腹部上方雄性生殖器官很大，形如蝎状，所以很容易辨认；见 61 页。

海番鸭(scoter)：产于北部的 3 种潜鸭的统称。体矮胖，喙根长有突起，只有雄性黑海番鸭是纯黑的。

叫鸭(screamer)：(雁形目)叫鸭科 3 种鸟的统称。体大而重，似火鸡，栖息于新热带区湿地。角叫鸭鸟冠硬如角质，局部长有蹼趾。

露兜树(screw pine)：露兜树属 7 种树木和灌木的统称，产于旧大陆热带地区，因果实像毯果，故得名。

低矮丛林(scrub)：一种多数为低矮灌木和生长不良的矮树的植物，见于半沙漠地区(见 199 页，地图；204 页)。由于环境受破坏，如过多放牧，低矮丛林可能蔓延到其他地区；见 203 页，205 页。

嘈杂藪鸟(scrub bird)：琴鸟科 2 种雀形类鸟的统称，与琴鸟有很近的亲缘关系。身体呈褐色，矮胖，尾直立，栖息于稠密的澳大利亚灌木丛，腿和脚健壮有力，奔跑快。很善于模仿人的声音。

辣根菜(scurvy grass)：芸苔科辣根属一年生至多年生草本植物，通常为海生植物，共约 24 种。辣根菜用来防治坏血病。

海(sea)：见 220 — 221 页。

海葵(sea anemone)：海葵目(等)珊瑚虫，独居，整个成体阶段呈珊瑚虫状。通常嘴四周的触须连成椭圆形圈；见 1 页，53 页，215 页。

鲈 (sea bass)：鲈科鲈形鱼的统称，共约 370 种。与鲈鱼属同一范畴，只是几乎没有淡水鱼种；鲈体大而重、鳍刺很硬。

海参(sea cucumber)：海参纲棘皮动物，似虫或肠，包括 1100 余种已知种类。

柳珊瑚(sea fan)：柳珊瑚属(等)共约 500 种八放珊瑚，是静止的滤食动物，中心骨骼呈扇状，由柔韧角质构成；见53页，215 页。

海马(sea horse)：海龙科海马亚科共约 30 种海生鱼类。与海龙有很近的亲缘关系，而且在类别和基本结构方面相似(尽管身体更厚些)。海马游泳时，身体竖直，头部向下。同海龙一样，由雄性负责照料肚袋里的受精卵；见 72 页；77 页。

海豹(seal)：海豹科(海豹或“纯种”海豹；18 种)和海狮科(海狗，包括海狗和海狮；14 种)食肉海生哺乳动物的统称。海豹都在陆上产卵，因此尽管它们非常适应海里生活，仍保留某些在陆地活动的能力；见 14 页，142 页，143 页，185 页。

石莼(sea lettuce)：石莼属绿藻的统称，共约 30 种。石莼是深海海草，娇嫩柔软，形似叶片。

海百合(sea lily 或 feather star)：海百合纲棘皮动物的统称，现存约 80 种，灭绝的有数万种；见 54 页。

海狮(sae lion)：大海狗的统称。如加利福尼亚海狮，因出现在动物园和马戏团而为人们熟悉；见 143 页，158 页。

海鳃(sea pen)：海鳃属约 300 种八放珊瑚。固定栖息于多泥沙的海底，展开羽状结构，伸入水流中拦截食物颗粒；见 53 页。

鲂鲉 (sea robin 或 gurnard)：鲂鲉科海生鱼类(86 种)，与鲉有亲缘关系。遍布世界，头部很宽且覆盖有骨板，鳃盖通常长有尖刺，胸鳍通常扩展很多，前几根鳍条分离，形成指状触器，用来探试海底。鲂鲉科鱼类能发出声音，故闻名，主要是呼噜声和吱吱声。

板足鲎目动物(sea scorpion)：板足鲎目节肢动物的统称，已灭绝。志留纪时代盛行，长达 3 米(10 英尺)，似蝎和鲎，可能是蛛形纲动物的祖先；见 5 页。

杜父鱼(sea scorpion)：杜父鱼科海生鱼类，与鲉有亲缘关系，身体和棘足板形，渐细。

裸鳃亚目软体动物(seas lug 或 nudibranch)：腹足纲裸鳃亚目软体动物的统称，食肉，海生。无长久外壳，通常颜色鲜亮；见 56 页，167 页。

海蛇(sea snake)：海蛇科共约 50 种蛇。与眼镜蛇有很近的亲缘关系，海蛇都有巨毒，嘴前方长有坚固毒牙(见 87 页)。见于印度洋和太平洋的热带水域，游泳时左右摆动扁化的尾部。多数海蛇直接产幼体。

海蜘蛛(sea spiders)：蛛形纲动物，动作缓慢，海生，长有 8 至 12 条长腿，体小，看似陆栖盲蜘蛛，但人们还不很确定它们之间是否真有相似之处。

海鞘(sea squirt)：海鞘纲被囊动物；见 51 页(方框)。

海胆(sea urchin)：海胆纲共约 700 种棘皮动物；见 54 页，215 页，221 页。

海草(sea weed)：多细胞海藻，包括大型褐藻和石生海藻；见 34 页，221 页。

柳珊瑚(sea whips)：八放珊瑚群，中心骨骼由角质构成，很长呈鞭状，它伸到水流中拦截食物颗粒；见 53 页，215 页。

皮脂(sebum)：(哺乳动物体内)皮脂腺的分泌物，呈油脂状，能够润滑皮肤和毛发，并起到防水作用。

次级飞羽(secondary)：鸟类的内层飞羽；见 90 页(方框)，92 页。

蛇鹫(secretary bird)：一种猛禽，腿长，似鹰，是(隼形目)鹭鹰科的惟一的一种。其猎物通常是蛇，捕获时追赶并踩踏它们；见 203 页。

莎草(sedge)：1.莎草科苔属植物，共约 2000 种，分布广泛。多年生草本植物，似草，通常茎的局部呈三角形；见 216 页，219 页。2.与克拉莎属(如大莎草)和刺子莞属(如白鳞刺子莞)有亲缘关系的某些植物。

沉积岩(sedimentary rocks)：一种范围很广的岩石群，包括石灰岩、沙岩和页岩，由于小颗粒缓慢沉积，在远古时代海底形成，通常包含化石；见 4 页。

景天属(Sedum)：属名，景天科肉质草本植物和低矮灌木，主要产于北温带，有一些是观赏性植物。

种(籽)(seed)：传播单位，包含结种子植物中新孢子体植物的胚。它由受精胚珠发育而成，储藏食物。种子外壳(外种皮)保护种核，通常使种子能抵御恶劣环境；见 38 — 41 页。

结种子植物(seed-bearing plants)：一种结种子，而不产孢子

的植物。有时指种子植物门植物，结种子植物包括裸子植物(松柏目植物和它们的同类；见38－39页)和被子植物(有花植物；见40－41页)。

种子蕨(seed fern)：石炭纪时代的化石蕨状植物，叶上产裸子植物种子。

鲳鲸(sei whale)：长须鲸，鲸的一种；见145页。

半规管(semicircular canal)：脊椎动物内耳中3个充满液体的圈状管，它们能测出角加速度(因此能保持平衡)见190－191页。

半沙漠(semidesert)：在这种生态系统中，植物分布空旷稀疏，通常形状似灌木，然而环境过于干旱不适宜农业耕作；见204页。

千里光属(Senecio)：菊科草本植物、灌木和乔木，共约1500种，分布广泛，包括千里光属植物和千里光。

旃那叶(senna)：山扁豆属共约500种豆科树木、灌木和草本植物，分布于热带和暖温带。有一些物种的豆荚和叶子用作轻泻剂。

感官(senses)：各种官能的统称，动物通过它们来获取有关外部环境和自身内在状况的信息，这些感官依赖于专化的感觉细胞的灵敏性，感觉细胞通常一并归入感觉器官中。见188－191页；昆虫59页；鱼73页(方框)，两栖动物80页；爬行动物88页；鸟97页。

感觉器(sensillum)：昆虫和其他无脊椎动物体内的感觉器官；见188页，191页。

含羞草(sensitive plant(Mimosa pudica))：一种美洲热带土生低矮灌木。叶子小，一旦触摸便迅速下垂。

萼片(sepal)：花的最外轮的统称。

演替系列(sere)：生态演替中的一个阶段，因此从定义看，演替系列并不稳定，且持续时间有限。

鬣羚(serow)：鬣羚属2种山羊状偶蹄动物的统称。皮毛呈灰色或深至黑色，鬃毛短，角短。栖息于东亚和南亚的山地森林和丛林中；见115页。

薮猫(serval)：猫科动物，体细长，腿长，皮毛呈橙褐色且有黑点，产于非洲热带稀树草原。

花楸果(service tree)：1.野生花楸果，它的浆果可食用，曾一度在英国出售。2.纯花楸果。

芝麻(sesame)：胡麻科热带草本植物，因其种子用作制甜菜和制油来源，故栽植。

座生的(sessile)：1.(指动物，如附着甲壳动物)固定于某一位置的。2.(指花或叶)无柄的，即从茎生长。

性别(sex)：雄性或雌性，能够产两种配子(通常分别称作精子和卵子)。性由独特的染色体决定(见23页)或由外界因素决定，如温度是否合适，是否有食物(见74页)，它也取决于卵受精与否(见63页)。

两性异形(sexual dimorphism)：见于许多动物和物种的一种现象，两性中的一方(通常为雄性)比另一方更大，样子更出众，如极乐鸟，海象；见159页(方框)。其他见：昆虫63页(方框)；鱼74页；鸟94页；牛等114页；鹿116页，152页；海豹等143页。

有性繁殖(sexual reproduction)：这种繁殖方式需要将雄性和雌性性细胞(配子)结合，通常由两个不同性别的个体形成而且涉及到繁殖系统的某种形式。

性选择(sexual selection)：这种进化过程的特点是，偏重性吸引，而不强调相关个体增强生存希望的价值；见17页，159页(方框)。

西鲱(shad)：鲱科西鲱亚科鱼类，共31种，产自温带水域。它们看似大鲱(长达60厘米/24英寸)；一些洄游到河里产卵，而另一些则完全栖于淡水水域。

长鼻鸬鹚(shag)：一种北半球鸬鹚。成鸟的羽毛有光泽，呈绿色略带蓝色，鸟冠很特别。

亚实基隆葱(shallot)：多年生草本植物，与洋葱有亲缘关系且用法相似。

三叶草(shamrock)：三叶形植物，是爱尔兰的国花，多为天蓝苜蓿，但是白三叶草可代替它。

鲨鱼(shark)：鲨纲软骨鱼统称，共约250种，也包括鳐。多数鲨鱼好动，海生食肉，体长呈流线型，通常头两侧长有两个背鳍，5－7个鳃裂；嘴内牙齿成排状且锋利；见73页，74页，75页，76页。

剪水鸥,鹱科海鸟(shearwater)：共约20种。它们掠过海面，翅膀坚硬，身体左右倾斜，好似剪水；见91页，170页。

六须鲇(sheatfish)：鲶科鲇鱼，共约70种。鱼体很大(长达5米/16英尺)，见于欧洲淡水水域。

鞘(sheath)：一种外围结构，如草茎外层的叶鞘。

鞘嘴鸥(sheatbill)：(鸻形目)鞘嘴鸥科涉禽，共2种，体胖，白色，似鸥，喙很厚，上面长有瘤状鞘。在南极洲的海豹和企鹅聚居地周围觅食；见96页。

鞘尾蝠(sheath-tailed bat或sac-winged bat)：小蝙蝠亚目鞘尾蝠科蝙蝠的统称，约40种，遍及热带和亚热带地区。其特点是，后腿绕有松动的膜状物或外鞘，小尾巴由此伸出。许多鞘尾蝠双翼上长有腺囊，它发出的气味有助于寻找配偶。

羊(sheep)：牛科绵羊属和山羊亚科中有亲缘关系属中各种哺乳动物的统称(也包括山羊)，如美洲加拿大盘羊和欧洲盘羊；见114页，115页，157页，212页。

绵羊虱蝇(sheep ked)：双翅目虱蝇科昆虫，这类昆虫很奇特，无翅，长期寄生在绵羊身上，产幼虫。

翘鼻麻鸭(shelduck)：鹅状鸭子，共2种，体大，栖于岸边。常见的古北区翘鼻麻鸭非常引人注目，身体呈红棕色和白色，头呈黑色略带绿色。

壳(shell)：一种通常很坚硬的保护外皮；见27页(原生动物)，56－57页(软体动物)，66页(甲壳纲动物)，85页(海龟)，86页(爬行动物卵)，95页(鸟蛋)。

荠菜(shepherd's purse)：芸苔科草，分布广泛，果实像牧羊人的钱袋。

盾蝽(shield bug或stink bug)：异翅(亚)目蝽科昆虫，遍布世界，主要以植物为食。形如盾状，易辨认。

香菇(shiitake)：一种可食用伞菌，在日本广泛栽植。

鸥鳊(shiner)：鲤科北美洲淡水鱼类，体小，颜色鲜亮。

船蛆(ship worm)：双壳类船蛆属软体动物的统称，这组专化动物，用壳划破木材以挤进其中。它们曾一度是木制帆船的主要威胁。

鲸头鹳(shoebill)：一种大鸟，形似鹳，喙很大形状似鞋，头顶有一簇冠毛，栖息于非洲中部的沼泽地。与鹈鹕同属一科。

水蝇(shore fly)：双翅目水蝇科昆虫，体小，栖息于海洋湖泊岸边，一些水蝇食肉。

短尾蝠(short-tailed bat)：小蝙蝠亚目类蝙蝠(它所属的科中惟一的一种)，仅见于新西兰。翅膀可折叠成口袋，使它能在

地上敏捷移动，以各种食物为生，包括栖地昆虫、果实、花粉和花。

鼩鼱(shrew)：(食虫目)鼩鼱科哺乳动物，在全部食虫目动物中，数目最大，种类最多，近270种，除澳大拉西亚和南极洲外，广泛分布于整个世界。鼩鼱通常体小，好动，食肉，以无脊椎类捕获物为食；见120－121页。

伯劳(shrike)：雀形目伯劳科，共30种，为食肉鸟类，鸟体中等至高大，尾长且圆，头大，喙呈钩状且有凹口，栖息于非洲和北半球，许多伯劳扑食昆虫、小鸟和哺乳动物，且经常用棘刺穿食物，存在“储藏处”，如大灰伯劳(见163页)。

虾(shrimp)：甲壳纲十足目小动物的统称，尤其是褐虾属等虾类。尽管褐虾与对虾之间的区别不很确切，褐虾通常身体扁而透明，尾呈扇状。此名也用来指很小的、可食用的，看似褐虾的甲壳纲动物；见67页，219页。

灌木(shrub或bush)：一种很小或中等大小的木本植物长有许多主茎。

合趾猴(siamang)：最大的长臂猿；见140页。

角响尾蛇(sidewinder)：响尾蛇科毒蛇，栖于北美洲沙漠，因其移动方式极其特独，故得名；见176页(方框)。

马达加斯加狐猴(sifaka)：(狐猴科)拟猴属狐猴，共2种，体中等，白天活跃，栖息于马达加斯加森林中；见137页。

视觉(sight)：基本感官之一，一种复杂的光感受形式，通过相关的光敏细胞群(眼睛)形成的一种光源图像；见189－190页；头足动物57页；昆虫59页；蜘蛛69页；鱼73页；两栖动物80页；爬行动物88页；鸟97页；猫124页；狗126页；熊128页；灵长目动物136页；鲸144页。

符号刺激(sign stimulus)：刺激的一个组成部分，引起动物体内的某种行为反应，如一条雄性三棘刺鱼的红腹能引起另一条雄性鱼的侵犯。一旦另一种动物产生符号刺激，且采取群体相互作用的形式，这种符号刺激有时亦被称作“释放刺激”；见149页。

麦瓶草属(Silene)：属名，石竹科一年生至多年生草本植物，或个别时候指矮生灌木。约300种，它们分布在欧洲、亚洲、非洲及新大陆的非热带地区。

丝(silk)：一种丝质纤维，以蛋白质为基本成分，由昆虫和蜘蛛分泌，用以制茧，捕获猎物等；见65页，69页，160页，164页。

吉贝树(silk cotton tree)：一种高大热带树木，其籽纤维似棉花，通常称作木棉，用作被子的填装材料和绝缘材料。

蚕蛾(silkworm moth)：鳞翅目蚕蛾科虫，因产蚕丝故养殖。现在蚕蛾已完全被驯化，无野生物种；见64－65页，160页。

志留纪(Silurian period)：地质时代，从4.38亿－4.1亿年前；见4页。

蠹鱼(silverfish)：一种银色缨尾目昆虫，夜晚常见于家里厨房和书籍中，并破坏纸张和捆绑物。一旦受骚扰，快速移动；见61页。

银汉鱼(silverside)：(银汉鱼目)银汉鱼科鱼类，共160种，包括(加利福尼亚)银汉鱼，鱼体小且细长。群居于热带和温带海域，因其经济价值高而促进渔业的发展。

类人猿(simian)：高级灵长目动物(猴、猿和人)；见136页。

窦(sinus)：凹处或沟槽，如颅骨中的气槽或供头颅中静脉血活动的扩张沟槽。

虹管(siphon)：各种管状器官，尤其在软体动物体内，用来吸入或排出水；见56－57页。

管水母(siphonophore)：管水母目水螅虫。体大、自由浮动，集群。其组成部分(水螅虫和水母)之间有极细的功能划分。通常水螅虫顶部有一个浮囊和一个很长的主干用以负载水螅虫，具有喂食、保护和繁殖作用。多数管水母产自热带，但是僧帽水母却见于北欧水域，而且夏季可能数目很多；见53页。

鳗鲡(siren)：鳗鲡科蝾螈，共3种，产于美国东南部和墨西哥。长期水栖，似鳗鱼，终生有鳃，前肢很小，但无后肢。鳗鲡非常独特，有时单列一目。

海牛目哺乳动物(sirenian或sea cow)：食草，海生，现在仅有两科4种——3种海牛和儒艮；见142页。

波罗麻纤维(sisal)：一种适于制绳和地毯的纤维，它是从叶子提取的，主要是从波罗麻的叶子及其他种龙舌兰中提取的。

黄雀(siskin)：雀科鸣禽，喙小，共13种，栖于古北区西部的黄雀以松树和云杉的种子为食。

守株待兔的捕食者(sit-and-wait predator)：一种埋伏捕食者。

泽羚(sitatunga)：一种半水栖羚羊，皮毛呈褐色且粗密，长有白色斑点，角短。栖息于非洲中、南部的沼泽地；见115页。

鳐(skate)：鳐科，体大鳐鱼，产于大西洋，其胸鳍长达2.5米(8英尺有余)；见75页。

骨骼(skeleton)：一种坚硬结构用来支撑身体，保护内部软器官，并固定肌肉。骨骼可以是内部的(如脊椎动物)或是外部的(如昆虫和其他节肢动物的外骨胳)；见72页，92页，142页，176页。

剪嘴鸥(skimmer)：(鸥形目)剪嘴鸥科鸟类，共3种，表面上看似燕鸥，栖息于印度、非洲和美洲周围海域。喙的下半部较长，似刀锋，用来潜入水中捕捉鱼类；见93页。

皮肤(skin)：动物外层的覆盖物，对身体内部组织免于外界环境损坏起重要保护作用。它能控制体内水分和其他物质的流失，对于恒温(温血的)动物，它能调节热量的散失。由于很多感觉器官可以觉察外界的变化，皮肤也具有重要的感官作用。

皮肤呼吸(skin breathing)：透过体表的简单扩散而进行的呼吸方式。常见于小动物和两栖动物；见79页，180页。

石龙子(skink)：蜥蜴亚目石龙子科爬行动物的统称，此科是蜥蜴亚目中最大一科，共约800种。几乎遍布整个世界，主要以昆虫为食，栖于地上或洞里，体长且圆，体表鳞片光滑，尾部呈锥形，多数石龙子腿短，一些石龙子肢体已完全退化。

斯金纳，保尔汗斯·弗雷德里克(Skinner，Burrhus Frederic)(1904—)：美国心理学家；他率先研究了通过操作性条件反射进行学习的方法，为此他设计了一个特别的自动化的“斯金纳箱”。

弄蝶(skipper)：鳞翅目弄蝶科昆虫的统称，蝶体小且胖，飞行不规则。

大贼鸥(skua或jaeger)：(鸥形目)贼欧科海鸟，共7种，飞行速度快，羽毛呈褐色，形如海鸥，迁徙于全世界各海洋。它们很强壮且好斗，总想抢走其他物种的卵或幼体；见96页，164页。

颅骨(skull)：(脊椎动物)围住大脑的骨骼；见92页，110页，122页，133页。

臭鼬(skunk)：产于新大陆的鼬科动物，通常长有黑、白斑点、尾巴多茸，因其能对攻击者喷出一种难闻的液体而闻名；见

131 页，167 页。

刀耕火种(slash and burn)：一种轮垦方式，在很多林区，尤其在热带实行，用砍伐火烧的方法开垦空地，土壤肥沃时，庄稼可以种几季，然后就废弃了。

休眠(sleep)：见 174 页(方框)。

鼾鱼(sleeper)：塘鳢科鲈形鱼，共约 150 种，栖息于热带和暖温带的海水、略咸水和淡水中。它们极像虾虎鱼，但腹鳍没有黏合成吸盘；见 73 页。

昏睡病(sleeping sickness)：见 168 页。

裂颜蝠(slit-faced bat)：小蝙蝠亚目裂颜蝠科约10种蝙蝠，多见于非洲和中东的热带、亚热带地区，以各种无脊椎捕获物为食，包括蝎子。裂颜蝠的特点是，从鼻子到两眼间的一点有一个裂缝，由肉质的鼻叶构成，用于回声定位。

树懒(sloth)：贫齿目哺乳动物，树懒科树栖兽类。已适于生活在中、南美洲的热带雨林，树懒动作都很迟缓，是绝对的食草性动物；见 106 页，107 页。

懒熊(sloth bear)：产于印度和斯里兰卡南部的熊，体较大，长满粗毛呈黑色，专以食蚂蚁和白蚁为生；见 129 页。

慢缺肢蜥(slow worm)：产于欧洲、西南亚和北非的一种无肢似蛇的蜥蜴；以虫和其他无脊椎动物为食。

蛞蝓(slug)：腹足纲软体动物，陆生，无贝壳或贝壳变得很小。与裸鳃亚目软体动物不同，陆生蛞蝓食草；见56页，176 页。

嗅觉(smell 或 olfaction)：一种基本感官，取决于对遥远或远处的化学刺激的敏感性；见 188 页。其他见：水蛭 55 页；鱼 73 页；两栖动物 80 页；爬行动物 88 页；鸟 97 页；食肉动物 122 页；狗 126 页；熊 128 页；灵长目动物 136 页。

胡瓜鱼(smelt)：胡瓜鱼科鱼类，产于北半球，与鲑科鱼有亲缘关系；有名的欧洲胡瓜鱼有很浓的黄瓜味道。“胡瓜鱼”也用来指各种无亲缘关系的鱼种。澳大利亚人用此名指鳁科海生小鱼，而新西兰胡瓜鱼栖息于淡水和略咸水域。也有深海胡瓜鱼和银色胡瓜鱼。

烟蝠(smoky bat 或 thumbless bat)：小蝙蝠亚目蝙蝠，共 2 种，均以昆虫为食，呈烟青色，没有其他蝙蝠的第一指。

黑穗菌(smut fungus)：黑粉菌目担子菌，许多能引起黑穗病，使有花植物的穗变成黑色团状物。

蜗牛(snail)：腹足纲软体动物，大多数属肺螺亚纲(淡水蜗牛和陆栖蜗牛)；通常肺替代了鳃且蜗中壳呈螺旋形盘绕。庭园大蜗牛常见于花园；见 56 页，176 页，218 页，219 页。

蛇(snake)：蛇亚目爬行动物，包括2000余种，(和蜥蜴、蚓蜥)构成现存爬行动物中最繁盛的动物群。主要包括游蛇、蟒、眼镜蛇、响尾蛇科毒蛇、海蛇、蝰蛇；见 14 — 15 页，82 — 89 页，176 页，191 页(方框)。

蛇蛉(snake fly)：脉翅目蛇蛉科昆虫，成体“颈”部很长，易辨认，幼体阶段为陆生昆虫，栖息于树表，食小昆虫。

金鱼草(snapdragon)：唇形科多年生草本植物，产自地中海，包含许多花园栽培品种，因长有双唇花瓣，故得此俗名，此名也用来指本属的其他植物。

笛鲷(snapper)：笛鲷科共约 185 种鲈形鱼，见于除太平洋东部以外的整个热带海洋。鱼体长满鳞，鳍如刺状，嘴前部牙齿很大，许多鱼具有经济价值，“笛鲷”也用来指其他各类鱼，尤其是可出售的鱼。

鳄龟(snapping turtle)：鳄龟科北美洲淡水鱼(海龟)。体大，食肉。美洲淡水大鳖潜伏在脏水中，用口中肉质诱饵引诱捕获物，然后便对准它们猛咬。

鹬(snipe)：沙锥属15种涉禽，广泛分布于沼泽地和海岸沿线，常见的沙锥喙很长，用来探试深处觅虫。

锯盖鱼(snook)：锯盖鱼科 35 种鲈形鱼，主要为海水或略咸水鱼类，见于大西洋、印度洋和太平洋。但也有一些淡水鱼种，尤其在非洲。它们很强壮，食肉，鳍部长有尖刺。

雪花莲(snowdrop)：石蒜科雪花莲属球茎状草本植物，约12种，产于欧洲和中东。有很多花园栽培品种。

雪豹(snow leopard)：猫科动物，体大，毛呈灰色有深色斑点，栖息于喜马拉雅多山大草原和森林中。

肥皂草(soapwort)：石竹科肥皂角属植物，共约 20 种，主要产于地中海，因用做肥皂，故得名，叶中含有皂角苷。

社会达尔文主义(Social Darwinism)：19 世纪后期社会学的一场变革。试图将达尔文自然选择学说应用于社会。与之相关联的还有人种改良学运动，强调白种人的优越性，倡导保持人种纯洁，纳粹接受了这个观点，并带来了极其可怕的后果。

社会组织(social organization)：见 158 — 159 页。

社会生物学(sociobiology)：通过自然选择对个体的益处来研究社会行为的学科，尤其研究它的起因、发展和进化。

钠(sodium)：一种金属元素(符号 Na)，对动物的神经系统起重要作用。

软水(soft water)：无机盐离子含量少的水。

软材(soft wood)：针叶树木材(尤其是云杉，冷杉)，一般说来，较阔叶树中的硬木质量差些；见 45 页。

土壤(soil)：大多数生态系统的底土，包括断裂的矿物质、空气、水、有机物和生物(包括植物根)，按不同比例混合在一起。植物通过土壤来摄取水分和矿物质。有关不同的生态系统的土壤；见 200 — 211 页。

茄科(Solanaceae)：双子叶植物科，包括马铃薯、西红柿、茄子、辣椒、烟草和一些茄属植物；见 45 — 46 页。

茄属(Solanum)：茄科植物，约 1500 种，主要是热带草本植物或灌木，一些茄属植物，如茄子和马铃薯可供食用，一些供药用或观赏用。

兵蚁(soldier)：属于蚂蚁和白蚁，不育蚁中特殊的一级，因其守卫蚁群而被专化出来。

花萤(soldier beetle)：花萤科甲虫，3500 余种，一些成体颜色鲜艳，常见于花朵和植物上。

鳎(sole)：鳎科比目鱼，常见于欧洲。属于移栖鱼类，夏季成群聚集在浅水水域；可能是比目鱼中经济价值最高的。

沟齿鼠(solenodon)：(食虫目)沟齿鼠科两种哺乳动物。鼠体较大，形如鼩鼱，沟齿鼠从前是西印度群岛的主要食肉动物，但目前现存的两种沟齿鼠也受到很大威胁，仅局限于古巴和伊斯帕尼奥拉岛；见 120 — 121 页。

美洲鹑(Solitaire)：9 种小鸫，背部白色，胸部白色，森林鸟类，主要栖息于加勒比海和南美洲。

细胞体(somatic 或 cellbody)：除生殖细胞外的动、植物细胞。

体节(somite)：见 187 页。

鸣声(song)：物种的专化声音模式，通常用来吸引配偶，这些物种包括各种动物，如鸟(鸟鸣声)，鲸(见 145 页)和蟋蟀；见 154 页。

烟霉(sooty mould)：一种微小真菌，吸食树叶上的蜜露，使

叶子变黑，并可能使蜜露或“林蜜”呈现深色。

花楸属(Sorbus)：蔷薇花科北温带植物，约有100种树木和灌木。一些用作饰品，如美洲花楸、欧洲花楸和纯花楸果。

粉芽(soredium)：地衣用来实现无性繁殖的一种结构；见34页(方框)。

高粱(sorghum)：高粱属一年生和多年生草类，共约60种，产自热带和亚热带地区。许多栽培品种用作谷物或饲料。

酸模(sorrel)：酸模属草本植物。小酸模是一种有毒的野草。

孢子堆(sorus)：一组孢子囊(产生孢子的器官)，大量出现在蕨类植物叶子下面；见36页。某些真菌也具有类似结构。

声音(sound)：见191页。

酸味(sour)：一种基本味觉；见188页。

刺果番荔枝(soursop)：番荔枝科常绿树，树体小，产于美洲热带。因其酸果可用于饮料和冰激淋中，故栽植。

南非的(South African)：植物群地区；见30页(地图)。

大豆(soybean或soya bean)：豆科植物，亚洲土生。因其种子产油，故栽植。豆面粉制成的高蛋白质食品，可替代肉，也用于制酱油和豆芽。

锄足蟾(spadefoot toad)：锄足蟾科无尾两栖动物，见于欧洲、北非和北美。足部长有铲状生长物，用于挖东西(见79页)。此名有时也用来指其他各种挖掘动物。

佛焰花序(spadix)：在这类花序中，长且鼓起的茎轴上开着不明显的小花，如斑叶阿若母。

麻雀(sparrow)：雀亚科33种鸣鸟，体小，有保护色。为旧大陆土生鸟类，一些已和人类共同居住。随着农业的推广，家麻雀约于7000年前来到中东。此后，家麻雀遍及世界；见97页(方框)。

雀鹰(sparrowhawk)：25种小猛禽。通常不足40厘米(15英寸)长，遍布全世界的林地和森林。

佛焰苞(spathe)：围在佛焰花序外的较大植物苞(如马蹄莲)。

(产)卵(spawn)：在水中沉积大量的卵或幼体，如鱼、蛙、软体动物和甲壳纲动物。

专化物种(specialist)：极适应某种特定生活方式的动物或局限于小范围食物的物种；见162－163页。

物种形成(speciation)：新物种形成的过程；见8－9页，10－11页，16－17页。

种(species)：最小的分类群(尽管有时划分为亚种或小种)。一个物种中个体自身可繁殖；见18页。

眼镜熊(spectacled bear)：一种小熊，皮毛呈黑褐色，眼部周围有浅色斑点。栖息于南美洲森林中。

斯宾塞，赫宾特(Spencer,Herbert)(1820—1903)：英国哲学家。是进化理论的早期重要支持者，提出“适者生存”说(见13页)，而且试图将达尔文的理论引入社会学。

鲸脑油(spermaceti)：从抹香鲸脑中提取的纯净油；见145页。

受精囊(spermatheca)：(雄性昆虫等)受精前存放精子的囊；见62页，63页。

不动精子(spermatium)：某种真菌和红藻产生的不动雄性配子(性细胞)。

精子包囊(spermatophore)：精子包或囊，由雌性物种从地上拾起或直接移入体内，是内部受精的各动物群的一个特征，这些动物包括许多甲壳纲动物、昆虫和蝾螈；见62页，68页，80页，184页。

种子植物(spermatophytes)：有时用来指结种子的植物。

游动精子(spermatozoid)：由多数褐色海藻产生的游动雄性配子(性细胞)；见34页。

精细胞(sperm cell)：一种雄性配子(性细胞)。动物体内产于睾丸，植物体内产于不同部位(孢子植物产于精子囊，结种子植物产于花粉囊)。一些海藻的精子(游动精子)、所有孢子植物的精子和多数动物的精子都是游动的，一端极圆或长，运送遗传物质，有形如尾状的长鞭毛，通过它们以游动方式接近卵子。一些真菌和红藻的精子(不动精子)及种子植物的精子(在花粉粒里)都是不动的，借助于水，风或动物将它们带到卵子处。

抹香鲸(sperm whale)：抹香鲸科海生鲸类哺乳动物(3种)，栖息于所有海洋中，包括最大的齿鲸。纯抹香鲸或抹香鲸；见142页，143页(方框)，144－145页。

泥炭藓(sphagnum moss)：楔叶门植物，包括问荆；见30页，37页。

蜘蛛(spider)：蛛形纲蜘蛛目肉食动物，其特点是长有8条腿，腹部大，头和胸合为一体(头胸部)。在已发现的30,000种物种中，多数为陆栖动物；见69页，160页，164页。

蛛甲(spider beetle)：蛛甲科甲虫；看似蜘蛛，多数与储存的食物相关。

蜘蛛蟹(spider crab)：甲壳纲十足目，蜘蛛蟹科动物，体小呈三角形，腿特长；见67页。

蛛蜂(spider-hunting wasp)：蛛蜂科黄蜂，独居，遍布世界，捕获蜘蛛喂养幼蜂。最大的蛛蜂可将大鸟蛛储藏在洞里，作为幼虫的食物。

红叶螨(spider mite)：叶螨科食草螨，如红蜘蛛，是果园的害虫。

蛛猴(spider monkey)：(卷尾猴科)蛛猴属猴，产于新大陆，灵敏，肢体长。与它有亲缘关系的绒毛蛛猴是新大陆最大的猴子，也可能是最罕见的猴子；见138页。

醉蝶花属植物(spider plant)：百合科植物，叶子通常呈白色，有条纹，似草。是常见的室内盆栽植物。

穗状花序(spike)：一种总状花序，花无柄，如大蕉。

菠菜(spinach)：藜科植物，叶可食用，故种植。

脊髓(spinal cord)：(脊椎动物)一种神经组织索，从头部延伸到脊柱的椎管里(见方框，51页)。它包括许多神经细胞和神经带，将神经冲动往返运至大脑(见183页)。由中心灰质和外层白质构成。

刺(spine)：硬质尖状结构，如刺猬变异的毛发，或鱼的硬化的鳍刺。

吐丝器(spinneret)：蜘蛛用来吐丝的器官。

棘背鱼(spiny eel)：(棘背鱼目)棘背鱼科10种海生鱼类，多为深海鱼。通常背部有一长排短而尖的棘，无尾鳍；栖于海底，呈俯卧姿势漫游。

刺鳅(spiny eel)：刺鳅科鳝形鱼，60种，见于非洲、叙利亚、南非和中国的热带淡水或港湾水域。生有鳞片，后背有一排尖刺，尖刺后有柔软的背鳍，但无腹鳍。

棘头虫(spiny-headed worm)：棘头虫纲，虫状无脊椎动物，成体寄生在鱼和其他脊椎动物(包括人类)的肠部。它们的幼体或成体因没有肠而显特别。

龙虾(spiny lobster)：甲壳纲十足目龙虾属动物；它们看似龙螯虾，但触须很长，腿部结构简单，无钳；见67页。

棘鼠(spiny rat)：棘鼠科鼠状啮齿类动物；共55种。外皮多

刺或有硬毛。遍及南美洲。

气孔(spiracle)：1.昆虫表皮内一连串的成对小孔，空气由此进出气管；见59页，180－181页。2.鳃孔，指一个未成熟的鳃裂，看起来是一个孔，位于鲨，鳐和一些原始硬骨鱼的眼部后面。

绣线菊(spiraea)：蔷薇科绣线菊属灌木，约100种，产于北温带。许多绣线菊，如笑靥花可供观赏用，故种植。

螺旋体(spirochaete)：螺旋形细菌；见24页。

水绵(Spirogyra)：绿藻属植物，呈丝状，长有螺旋状叶绿体，常见于淡水湖和池塘。

海绵(sponge)：多孔动物门，原始水生动物，约5000种，其中大多数为海生动物。海绵是多细胞动物中最为简单的，每个细胞间几乎没有共济；见5页，52页，160页，215页。

琵鹭(spoonbill)：(鹳形目)鹮科涉禽，共6种，也包括鹮。喙很直，但末端延伸成匙状，在水中搜寻觅食，一旦捕获到食物迅速闭上喙；见91页，97页(方框)。

孢子囊(sporangium)：含有减数分裂而产生孢子的器官(见22页)。孢子囊产于孢子叶上；见34页(海藻)，35页(真菌)，36－37页(孢子植物)。种子植物也有孢子囊，即花粉囊和胚囊(见38页，41页)。

孢子(spore)：由一个或多个细胞构成的繁殖单位，通常很微小，全部由植物(包括海藻)真菌、细菌和原生动物产生。最初它们或有性别，或无性别。当环境不利时，细菌产出孢子，保持休眠状态，以长时间抵御恶劣环境(见25页)。原生动物的孢子具有类似功能(见27页)，尽管这是细菌和原生动物的惟一繁殖方式。在植物中，孢子是由世代交替中的孢子体世代，经无性生殖产生的，进而演化成配子体世代。在海藻和大多数孢子植物中，孢子没有差别，这些植物被称作同形孢子植物(见36页)，但异形孢子植物(见36页)和结种子植物(见38页)产生的却是两种不同性别的孢子。

孢子植物(spore-bearing plants)：一组产孢子而不结种子的原始陆生植物。这组植物包括：蕨类植物、叶苔、石松、杉叶藻和蕨类植物；见36－37页。

孢子叶(sporophyll)：有孢子囊(产孢子器官)的叶子。在植物中，如蕨，孢子叶是很普通的叶子，但在有花植物中，孢子叶有很大的变化，变成雄蕊和心皮。在裸子植物中(如针叶树)，孢子叶是孢子叶球上的鳞叶。

孢子体(sporophyte)：植物生命周期的一个阶段，在此期间，通过无性生殖产孢子，它与有性繁殖的配子体阶段交替进行。在多数植物中(除一些海草和苔藓植物以外；见34页，36页)，孢子体是植物的常见形式；见海藻34页，孢子植物36－37页，有花植物41页。

跳羚(springbok或springbuck)：一种羚羊，体小，皮毛呈淡黄褐色，略带红色，群居，侧面有深色色带，身体下部呈白色，翘角很短。栖息于非洲南部气候干燥的大平原。

跳兔(spring hare或springhaas)：兔状松鼠形啮齿类动物，行动时作跳跃状，栖于地洞内，前腿很短，后腿很长，毛茸茸的尾巴很长，栖息于非洲南部，是跳兔科仅有的一种动物。

新芽(sprout)：新萌芽的种子或蓓蕾的嫩枝和(或)根茎。

云杉(spruce)：松科云杉属针叶树，约50种，产于北温带。叶子很窄，联接在螺钉状的凸出物上。在叶子落下后，凸出物仍留在嫩枝上。挪威云杉常用作圣诞树，也是木材的主要来源；见39页，208页。

南瓜属植物(squash)：1.密生西葫芦，为西葫芦的栽培品种(如密生西葫芦)，其果实未成熟时可食用。2.笋瓜，为南瓜属栽培品种(如西葫芦和南瓜)。果实成熟后采摘储藏，以备冬用。

褶唇鱼(squawfish)：鲤科褶唇鱼属鱼，共两种，产于北美洲。体大。

枪乌贼(squid)：乌贼目，海生软体头足动物，动作迅速，食肉，多见于海里；见56－57页，215页，220页。

绵枣儿(squill)：百合科，绵枣儿属鳞茎状草本植物，约80种，产于旧大陆。

松鼠(squirrel)：松鼠科松鼠形啮齿类动物，共约270种。许多松鼠栖息于树上，以种子为食，但另一些属陆生动物，栖息于洞里(黄鼠、金花鼠、美洲旱獭、草原犬鼠)。非洲鳞尾松鼠为非亲缘动物；见133－134页，201页，207页，209页。

松鼠猴(squirrel monkey)：(卷尾猴科)松鼠猴属两种猴子，产于新大陆，体小，动作敏捷，皮毛短，颜色鲜艳；见138页。

鹿角锹甲(stag beetle)：锹甲科(似)金龟子的甲虫。雄性昆虫的上颚大，呈鹿角状，雌性昆虫的上颚短，强健，但所不同的是雄性鹿角锹甲的上颚主要起装饰作用；见63页。

鹿角蕨(stag's-horn fern)：鹿角蕨属各种附生羊齿植物；见37页(方框)。

鹿角藓(stag's-horn moss)：石松中一种蔓生藓类植物(见37页)。

潜进(stalking)：食肉动物在攻击猎物范围内，悄悄地靠近，而不被觉察；见164－165页。

雄蕊(stamen)：花的雄性繁殖器官，包括柄(花丝)上的花粉囊；见41页。

林分(stand)：为描写性质的研究而选择的某一不确定的植物范围。

镫骨(stapes)：哺乳动物的中耳里的听小骨，共三片(镫形支架)；见98页(方框)，191页。

淀粉(starch)：由葡萄糖转化成的多糖碳水化合物，目的是将其储存在植物体内；见21页，32页，33页(方框)，179页。

海星(starfish或sea star)：海星纲棘皮动物，1800余种；见5页，54页，215页。

瞻星鱼(stargazer)：鳚科25种热带海生鲈形鱼，产于大西洋、印度洋和太平洋。鱼体小而粗壮，眼睛位于头顶，身体埋在沙子里，鳃盖上长有毒刺，眼睛后面还长有发电器官，电压约50伏特。

椋鸟(starling)：椋鸟科雀形目鸟，约100种，也包括八哥。鸟体中等，大多数羽毛光滑，喙长而尖，通常用来挖昆虫幼体，为东半球土生鸟，已被引入到北美洲和澳大利亚，许多鸟很闹，而且群居；见96页，97页(方框)，213页，230页。

平衡器(statocyst)：一个较简单的平衡器官，见于许多无脊椎动物体内；见190页。

平衡石(statolith)：含钙(或其他)物质的颗粒，见于平衡器内；见190页。

剑龙(stegosaur)：剑龙属长满甲鞘的四足鸟臀类恐龙；见83页。

茎(stem)：植物发芽、长叶、开花的部位；见31－33页。

干细胞(stem cell)：一种无明显特征的细胞，保留起来以代替或增加已有的专化细胞；见186－187页。

干草原(steppe)：一种温带草原，见于欧洲东部和亚洲中部；见199页(地图)，206页。

胸骨(sternum)：脊椎动物体内的胸骨(见92页)，或者是无脊椎动物体内的功能相似的部位，如覆盖在昆虫体下的盾片。

竹节虫(stick insect)：(竹节虫目)䗛科外翅类昆虫，产于热带。体长且瘦，呈圆柱形，它们栖息于嫩枝和植物上且和栖息环境极相似，甚至它们的卵也很像植物种子，一些竹节虫生有翅膀；见61页，63页(方框)。

刺鱼(stickleback)：(刺鱼形目)刺鱼科鱼类，包括海生、略咸水和淡水鱼种，全部产于北半球。体小，背部的棘成排状，很尖。人们对它们的筑巢、求偶及护巢行为进行了大量研究，尤其是三棘刺鱼；见74页，77页，149页，155页(方框)，161页。

柱头(stigma)：位于花的心皮末端，用于接受花粉的专化表面；见41页。

高跷鹬(stilt)：9种长脚涉禽，喙长，呈针状，用来探测昆虫和小的软体动物。它们遍及世界，和反嘴鹬有亲缘关系。

螫刺(sting)：无脊椎动物(如蜜蜂和水母)体内的一种器官，很尖，用它来螫伤肉食动物或被捕食的动物，采用的办法是将它们刺透并注入毒物；见53页，55－56页，59页，68页，77页。

魟(stingray)：魟科魟，尾部长有很长的毒棘，尽管通常无害，一旦踩上，就会把棘刺入腿内，造成剧痛。潜水者受到明显的进攻性袭击，这方面的报道虽少，却很重要；见75页(方框)。

鬼笔(stink horn)：鬼笔科担子菌，分布广泛。子实体形如交接器原基，故得此学名，孢子由在很臭的糊状物顶端饱餐的苍蝇散播。

滨鹬(stint)：鹬科4种涉禽，体小(不足15厘米/6英寸)，呈圆形，颈短，喙较短。见于新北区、古北区和东方区的近水区域。

叶柄或菌柄(stipe)：大型褐藻(褐藻；见34页)的柄或蘑菇和伞菌菌盖的柄。

托叶(stipule)：叶基处生长物；叶状、刺状或卷须状。

繁缕(stitchwort)：石竹科繁缕属草本植物，如大繁缕。

白鼬(stoat)：一种鼬科动物，似鼬，体长，腿短，皮毛呈红褐色，冬季变成白色，遍及北美洲和欧亚大陆。它也是食肉目中最小的动物之一；见131页。

紫罗兰属植物(stock)：芸苔科花园栽植草本植物，即紫罗兰(其两年生植物布朗普顿紫罗兰)、二角紫罗兰和海滨涩介。

胃(stomach)：消化道中促进分泌的囊状结构，早期消化在此进行；见178页，179页。

气孔(stomata)：叶表的微孔；见31页(方框)，33页(方框)。

景天(stonecrop)：景天属植物，苔景天常见于墙壁上，过去用于制草药；见211页。

鸻石鸻(stone curlew或thick-knees)：鸻形目石鸻科9种灌木丛林鸟类，体细长，其特点是昼伏夜出，遍及世界。由于跗骨关节特别凸出，故得此替代名；见213页。

毒鲉(stonefish)：毒鲉科约20种热带海生鱼类，产于印度洋、太平洋地区，栖息于浅水水域底部，其自身颜色和体表的疣状生长物都提供了绝佳的伪装；见77页。

石蝇(stonefly)：横翅目外翅类昆虫，遍及世界。成体颜色暗淡，尽管一些澳大利亚物种颜色鲜艳，它们不善飞行，从未远离水域。眼蝶为水生昆虫，通常栖息于流水中，鳃小，像鸟的冠毛，呈气管状，用来呼唤，还有一对长尾呈丝状。石蝇需要几年的时间才能长成，食草或食肉；见61页，219页。

大鳞弯嘴鲅(stoneroller)：鲤科北美洲鱼类，见于主要河流和五大湖区。

鹳(stork)：(鹳形目)鹳科17种鸟类，与新大陆美洲鹭有亲缘关系。这些大鸟多见于温带和热带地区，通常为黑白两色，腿部颜色鲜艳，喙长，飞行时身体展开。欧亚大陆的白鹳是强壮的候鸟，在非洲过冬；见91页，203页。

海燕(storm petrel)：鹱形目鹱科20种小海鸟，翅膀很小；飞行时翅膀振动。一些鸟，如威尔逊海燕，从南极地区迁徙到亚北极区水域；见96页。

地层学(stratigraphy)：研究沉积岩地层的学科，对于推测岩石内的化石的地质年代起重要作用；见4页。

草莓(strawberry)：草莓属草本植物，约15种，产于温带和亚热带。因草莓结果，故栽培；见43页。

溪流(stream)：见218－219页。

链球菌(streptococcus)：链球菌属细菌，为球形，呈链状生长，能引发各种疾病，如猩红热和风湿热；见24页。

尖声鸣叫(stridulation)：通过摩擦专门的身体部位而产生的尖尖的嘎吱声，如蟋蟀和蝗虫；见59页，62页。

叠层石(stromatolite)：化石状藻青菌菌落；见6页。

鲟(sturgeon)：鲟科原生鳍刺鱼，主要栖息于北半球海水中，但有一些鱼种在淡水中产卵。肋腹部长有鳞，呈盾片状，产许多卵，制成鱼子酱供出售；见70－72页，76页。

花柱(style)：心皮，位于柱头和子房之间；见41页。

捻翅虫(stylopid或stylops)：捻翅目昆虫，体小且很特别。雄虫呈包状，(和幼虫一并)寄生在其他昆虫体内，尤其是同翅(亚目)昆虫、双翅目昆虫、蜜蜂和黄蜂(见63页)。雄虫前翅短，呈带状，但借助于扇形后翅飞行。

潜没(subduction)：指海洋地壳被破坏消失的过程；见8页。

潮下带(sublittoral)：海岸纵断面最低地区，包括平均低水位线以下部分，直至植物可以生长的最低水平面。

屈服(submission)：在群体冲突中或在群居级系内部，级别较低的动物向占优势动物所表现的行为，通常伴随缓和行为或展示出其他行为；见153页，154页(方框)。

下级地位(subordination)：在一个群体分类或级系中，(与级别较高或占优势的个体相比)而形成的下级地位。

亚种(subspecies)：物种的再次划分，从而形成一个群体，其成员彼此相似，却又在某一或某些特征上与同一物种的成员们相异。然而，由于繁殖还没有达到完全隔离，亚种群几乎常常彼此融合，而且能杂交繁殖；见17页(欧亚种)，18页(图表)。“亚种”这个词有时用来指动物学和植物学中的亚种，但在人类学中，种族却几乎没有遗传方向的特征，和亚种没有一点差异。智人的两个亚种包括已灭绝的尼安德特人和现代人；见18页。

培养基(substrate)：1.动植物赖以生存或生长的无生命物质(如土壤、岩石、泥沙、海滨沙石)。2.酶作用物，受作用于酶的物质。

演替(succession)：在这个变化过程中，生物群落逐渐彼此替代，直到最终实现稳定的(顶极)状态。这个过程是有方向的，而且在某种程度上，是可以预见的；见219页。

肉质植物(succulent)：在厚厚的肉质叶子中储水，适应干燥环境的植物。这种适应性见于各种植物，如景天、芦荟和龙舌兰。

根出条(sucker)：由地下根长出的嫩枝；一种植物生殖方式(见33页)，常见于蔷薇科植物和某些树木。

亚口鱼(sucker)：亚口鱼科淡水鱼，和鲤鱼属同一目，约有60种，见于中国、西伯利亚和北美洲。它们的嘴唇很厚，双颚内无牙齿。

吸盘足蝠(sucker-footbd bat或golden bat)：微翼目动物(此科的惟一的一种)，只产于马达加斯加。像新大陆盘翅蝠一样，这种蝙蝠每个肢体上都长有吸盘，但它们是固定的；栖息在空茎或卷曲的叶子里面。

吸血虱(sucking louse)：吸血虱目外翅类昆虫，(约300种)。寄生在哺乳动物体内，无翅、吸血，这些昆虫的口器很锋利，能刺透东西，爪也发育得很好，适于抓住毛发。通常学校中的孩子们易染上头虱，而附于人体的虱子，则只是由于不勤换洗衣服而产生的。毛虱会出现在体表和腋下部位，能够在两性之间传染；见61页，64页。

蔗糖(sucrose)：为便于运输，由植物体内的葡萄糖转化而成的一种糖，通常叫做食糖；见32页，33页(方框)，179页。

糖(sugar)：由一组低分子量碳水化合物组成，包括单一低聚糖、重低聚糖和某些低聚糖。糖包括：葡萄糖、果糖、乳糖、麦芽糖和蔗糖。糖是细胞能量的来源，起到结构分子的作用(如用于植物细胞壁)也起到信号分子的作用；见6页(方框)，21页，31－33页，179页。

甘蔗(sugar cane)：甘蔗属大型多年生植物和草类栽培品种，因制糖，主要栽植于热带地区。从茎上提取糖分，故得名"蔗糖"以区别于"甜菜糖"。其他制品包括糖蜜和糖浆；见45页。

桄榔(sugar palm)：一种棕榈树，含多糖树汁而栽植于热带，它的树汁可制成棕榈粗糖。

硫(sulphur)：一种非金属元素(符号S)，是蛋白质中的重要成分；见31页。

硫菌(sulphur bacteria)：将硫磺作为能量来源而使用的一组细菌；见7页，25页。

二氧化硫(sulphur dioxide)：燃烧矿物燃料而释放出的一种气味(SO_2)。它能产生酸雨；见225页。

漆树(sumac)：漆木属藤本植物灌木和树木，产于温带和亚热带。一些漆树用于观赏。

马来棕熊(sun bear)：或称"蜜熊"，杂食性攀缘熊类，毛皮呈黑褐色，是最小的熊，栖息于东南亚的森林中；见201页。

太阳鸟(sunbird)：太阳鸟科，115种雀形目鸟，它们颜色鲜艳，活泼好动，多数栖息于非洲，但从整个旧大陆热带地区一直延伸到澳大利亚。喙向下弯曲，舌呈管状，许多太阳鸟以花蜜为食；见157页。

日鸦(sunbittern)：日鸦亚目鸦科鸟类，喙长，橙色，腿也呈橙色，鸟体有条纹，栖息于绸密的新热带区森林中，它展开五彩斑斓的翅膀，在阳光照耀的林中空地翩然起舞。

茅膏菜(sundew)：茅膏菜科茅膏菜属食肉植物，产于沼泽地；见47页(方框)；219页。

棘臀鱼(sunfish)：棘臀鱼科，30种鲈形鱼类。北美洲淡水鱼，身体很厚，棘状鳍，大多数鱼筑巢，雄鱼守护受精卵。它们被养在水族池里，已被引入到许多地方，远于它们的天然栖息范围。

向日葵(sunflower)：菊科向日葵属植物，约110种，高大一年生和多年生草本植物，产于北美洲。栽培向日葵是为利用其种子，含油丰富。

海星(sunstar)：见54页。

刺尾鱼(surgeon fish或tang)：刺尾鱼科77种热带海生鲈形鱼类，颜色鲜艳，鱼体厚，以海藻为食。尾干两侧生有一对手术刀状的刺，故得名。防御时尾干可竖起来；见77页。

食悬浮体(suspension-feeding)：滤食(动物的)。

燕(swallow)：燕科87种雀形类鸟，体小，群居，喙虽小，周围却长有刺毛，故可在空中捕食昆虫，遍及世界。双翅长而尖，尾呈叉状，通常有下垂饰带；腿和脚都很小。常用泥粒和草筑帽状巢；见17页(方框)，94页，95页，211页。

凤蝶(swallowtail)：鳞翅目凤蝶科昆虫，包括600种已知物种，主要产于热带。通常后翅展开呈尾状。

落羽杉(swamp cypress)：落羽杉属各种松柏类植物，尤其是落羽松；见39页。

沼泽猴(swamp monkey)：猴亚科猴(见139页)，产于旧大陆，体低矮结实，稀疏地分布于刚果和扎伊尔的沼泽丛林中。

天鹅(swan)：鸭科7种水鸟，也包括鸭和鹅。鸟体笨重，通常呈白色、颈部细长，赤嘴天鹅遍布于古北区。雄鸟的喙基处长有一个明显的突起；见91页，93页。

汗腺(sweat gland)：(哺乳动物)真皮内的管状腺，经皮肤表面的毛孔分泌汗。汗的蒸发使皮肤和表层血管冷却。

瑞典芜菁(swede)：芸苔属植物的栽培品种，根和茎鼓起，或用作蔬菜，或用作动物的冬季饲料。

甜味(sweet)：一种基本味觉；见188页。

多花蔷薇(sweet brier或eglantine)：多刺灌木，长有腺叶，压碎时有苹果味。

甜玉米(sweet corn)：各种玉米，它们中糖分转化成淀粉的数目减少，因此制成的谷物更甜更柔软。

香豌豆(sweet pea)：一种起装饰性的攀援豆科植物，花有香味。其栽培的品种花色繁多。

甜薯(sweet potato)：旋花科多年生藤本植物。因其块茎可食用，故种植于热带、亚热带和暖温带。

雨燕(swift)：约有100种，鸟体小，通常呈褐色，翅膀长，像长柄大镰刀。大多数时间用于飞行，速度很快，嘴虽小，却能张得很大，捕食昆虫。褐雨燕属于(雨燕目)雨燕科——缘其脚小。除高纬地区外，它们栖息于世界各地；见17页(方框)，90－91页，95－96页。

金丝燕(swiftlet)：28种栖息于洞穴的褐雨燕，产于亚洲和澳大拉西亚。它们的窝用植物材料制成，这些材料由大量唾液加固，而且是燕窝汤的主要成分；见95页。

鳔(swim bladder或air bladder)：多数硬骨鱼体腔内的充气囊，通常起到辅助浮力的作用；见72页，73页(方框)。

桡枝(swimmeret)：许多甲壳纲动物腹部下面的若干很小的、非专化的附器，用来游泳或携带卵。

箭鱼(swordfish)：一种大型鲈形鱼，是箭鱼科的惟一鱼种，产于热带和温带海洋中，分布广泛。箭鱼很健壮，体长达4.9米(16英尺)。口鼻部长，像叶片，上下都很扁，被认为用于击昏所捕食的鱼类。成体无鳞，无芽或无腹鳍。

西克莫槭(sycamore)：一种高大槭树，为欧洲大陆土生，但在大约500年前传入英国，现在已适应其生长环境。

西克莫无花果(sycamore)：《圣经》中无花果的名字。

共生(symbiosis或mutualism)：两种不同物种间的紧密结合，双方由此均可受益；见167－169页。其他见：地衣34页(方框)　真菌/植物35页，39页，43页；传粉42－43页；海藻/

珊瑚53页，215页；昆虫65页；甲壳纲动物67页；鱼76页。

突触(synapse)：神经细胞间的专化连接；见182页(方框)。

鸣管(syrinx)：鸟的歌唱器官，位于气管根部；见93页。

蝌蚪(tadpole)：两栖动物的水生幼虫体；见81页。

塔尔羊(tahr)：三种深褐色野生山羊，长粗毛，羊角短。产于阿曼、喜马拉雅和印度南部的多林山区；见115页。

竖尾(tail flash)：一种紧急反应方式，当叉角羚显露白色臀斑时，意为暗示同伴逃跑；见149页(方框)，153页，167页。

长尾缝叶莺(tailorbird)：10种刺嘴莺，产于印度和东南亚。筑巢时，将两片叶子缝起来，在里面筑巢。

短翅水鸡(takahe)：一种体大，稀有的秧鸡，不会飞，喙很厚，呈红色，背部呈绿色，头和胸部呈蓝色。以新西兰南岛的高高山谷的丛生草为食。

扭角羚(takin)：一种粗壮的，浅褐色，山羊状偶蹄类动物，角短而粗。栖息于中亚东部的高纬灌木丛中。

喀麦隆长尾猴(talapoin)：两种旧大陆猴(见139页)，体小，栖息于西非/中非的低地森林中。

小绢猴(tamarin)：狨科(也包括有亲缘关系的狨)，新大陆栖树猴子。白天它们群居且活泼好动；见136页，138页，229页(方框)。

罗望子(tamarind)：热带豆科植物。种子周围是酸浆，印度人用于烹调。

怪柳(tamarisk)：怪柳科怪柳属约54种近海树木或灌木，主要产于地中海。

唐纳雀(tanager)：裸鼻雀族约250种雀形类鸟，与鸦有亲缘关系。它们颜色鲜艳，以果实和昆虫为食。栖息于新大陆的开阔林区。

丹宁酸(tannin)：植物体内的各种酚化合物，有时在专门的丹宁酸细胞中。用于皮革制品，医药上用作收敛剂，茶叶中也有此成分；见47页，209页。

反光色素层(tapetum)：某些物种内，如猫视网膜的色素层(见124页)，它通过视网膜将光线反射回去，以增强光线不足时的视觉灵敏度。

绦虫(tapeworm)：绦虫纲，约3000种带状扁虫，寄生在脊椎动物体内；见55页，178页。

貘(tapir)：(貘科)奇蹄类哺乳动物，产于中、南美洲(3种)和东南亚(1种)。喙很独特，短且可弯曲；见110－111页，201页。

檀根(taproot)：一个高大、单一的根，竖直向下生长，小侧根由此延伸；见44页。

鸟蛛(tarantula)：捕鸟蛛科大蜘蛛，主要局限于新大陆热带，以大昆虫和小脊椎动物为食。这组鸟也包括“食鸟蛛”(见69页)。虽然鸟蛛咬东西很凶，它们很少对人类有危害。这个名字也用来指非亲缘关系的欧狼蛛。

欧洲野马(tarpan)：一种已绝种野马，被认作是驯养马的原种；见111页。

大海鲢(tarpon)：北梭鱼科海鲢属两种鱼种，与海鲢同目。鱼体大，颜色吸引人，侧面是银色，很亮，背部呈深蓝绿色，是一种很普通的准许捕捉的鱼类。

眼镜猴(tarsier)：眼镜猴科三种高级灵长类动物，体小，夜间出没，栖树，产于婆罗洲，苏门答腊和菲律宾的浓密森林中；见136页，138页(方框)。

跗骨(tarsus)：一些小骨头，用来支撑脊椎动物的脚后面，包括脚踝和踵。

跗节(tarsus)：节肢动物的肢体中离身体最远的部位(见59页)。

麻迪菊(tarweed)：麻迪菊属(产于南美洲西部)植物(见214页)。

袋獾(Tasmanian devil)：袋鼬类，体粗矮强健，现在仅产于塔斯马尼亚岛。尽管因杀害绵羊而遭受残害，大部分属于食腐动物；见105页。

味觉(taste 或 gustation)：基本官能之一，取决于对直接接触的化学刺激的灵敏性；见59页，73页(方框)，188页。

味蕾(tastebud)：脊椎动物体内一组相关的味觉细胞，常见于舌上；见188页。

分类单元(taxon)：如界、门、部、纲、科，属和种(见18页)。

生物分类学(taxonomy)：研究生物分类的学科；见18页。

白头鼬(tayra)：一种深褐色鼬类动物，很像长腿貂。栖息于中美洲和南美洲的森林中。

三羧酸循环(TCA cycle 或 Krebs cycle)：一种将葡萄糖转化成可利用的能量形式的代谢途径；见21页。

柚木木材(teak)：东南亚土生木材，树脂含量高，故具防腐作用。

短颈野鸭(teal)：一些体小的游水绿嘴黑鸭的统称，共9种。短颈，游移飞行，绿翅鸭的头色彩鲜艳，为栗色、绿色相间。

茶叶(teaplant)：见46－47页。

川续断(teasel)：旧大陆川续断属二年生草本植物的统称，共约15种。起绒草用来在布上拉绒。

覆膜(tectorial membrane)：位于脊椎动物的耳朵里；见191页。

树蜥蜴(tegu)：树栖蜥属体大的美洲白齿蜥的统称。雌性在栖息于树上的白蚁的窝里钻洞，将卵产在洞里，白蚁然后将受损之处修复，这样也将卵安全地封在里面。

白齿蜥(teiid)：白齿蜥科蜥蜴的统称，共200多种，只生活在新大陆的热带和亚热带。多数白齿蜥生活在地上，以食小动物为生，但各种白齿蜥的生活习性有很大的差异，白齿蜥包括树蜥蜴和鞭尾蜥。

硬骨鱼(teleost)：真骨鱼亚门鳍刺鱼的统称，共有20,000多种，这包括了现存鱼种的95%。硬骨鱼都有鱼鳔和尾巴，鱼尾的上、下两部分一样大，硬骨鱼的形状极其多样，很难找出它们的共同特点；见70－72页。

切椎类动物(temnospondyl)：已灭绝的两栖动物，被认为是青蛙、蟾蜍，或也有可能是蝾螈的祖先；见78页。

气候温和的(temperate)：气温适中。温带指位于北极圈和北回归线以及南极圈和南回归线(即南北纬66° 30′到南北纬23° 30′之间)的地区。在南北温带内气候和植被有很大的不同，甚至在同一纬度上，气候和植被也有很大的差异；见198－199页(地图)。温带生态系统见206－207页。

丁鲷(tench)：鲤科的一种淡水鱼，最初生长在欧洲，后又被引进到北美及世界各地。据欧洲传说丁鲷皮肤上有丰富的粘液物质，它们具有对某些疾病的治疗功效。

卷须(tendril)：从叶、茎或芽伸出的细长的器官，当与其他物体接触时，卷须将自己附着在该物体上(这种能力叫向触性)。卷须可在攀缘植物中见到，如豌豆属植物；见45页。

拟步甲科昆虫(tenebrionid beetle)：拟步甲科甲虫的统称，共约15,000种。其中最重要的成员是花生白点金龟和伪步行虫。

海鲢(tenpounder)：海鲢目海鲢科热带或亚热带海鱼的统称。它们的身体颜色鲜艳(上面是浅蓝色，肋膜为银色)，是主要的游钓鱼类，其肉不宜食用。

马岛猬(tenrec)：食肉目无尾猬科3种哺乳动物的统称，其他的31种无尾猬科动物被称为獴鼬。马岛猬是马达加斯加岛上最早的哺乳动物，今天也只生活在马岛上。其形状和生活习性不同，进化后，成为食肉目的一个生态位；见120－121页。

触器(tentacle)：(海里的无脊椎动物)细长、灵活的器官，常位于头部和嘴的四周，用来感觉或捕获猎物；见53－57页，121页。

白蚁(termite或white ant)：白蚁目外翅类昆虫的统称，包括约2000种，主要生活在热带。白蚁为群居昆虫，群内有明确的等级；见61页，63－65页，153页，156页(方框)，160页(方框)，169页，202－203页。

燕鸥(tern)：鸻形目鸥科海鸟的统称，共约40种，身体主要为灰色，遍布世界各地。燕鸥比海鸥的体更小，脚更小，身体更细长，嘴常为尖状，尾部成叉形；见96页，171页(方框)。

水龟(terrapin)：龟鳖目海龟科淡水龟的统称，遍布新大陆和旧大陆。水龟身体扁平，有蹼足，主要以体小的水生动物为食。

地盘(territory)：动物或动物群保护的地区，常为交配地或是食物和筑巢材料的来源地。地盘性行为或地盘性——指建立、保护一个地区或在某一地区做标记——可见于许多种类的动物，而且每种动物的地盘性随着其所获得的资源的不同而不同；见153页，156－157页，163页。其他见：昆虫62页；两栖类动物80页；爬行类动物86页，鸟94页，152页(方框)；鲔鳚121页；虎125页；狗126－127页；灵长目动物137－141页；海豹143页。

第三纪(或系)(Tertiary period)：6500万－160万年前的一个地质年代；见4页。

甲壳(test)：各种无脊椎动物的坚硬的外壳。

外种皮(testa)：种子的外皮。由胚珠(珠被)四周的细胞层衍生而来，干燥后常常很硬，而且具有保护性；见38页，41页。

睾丸(testis)：雄性动物的一个器官，睾丸常为2个，产生精子和一些激素(如睾丸素)。多数动物的睾丸位于内部，但在哺乳动物中，常位于体外的一个阴囊中；见184页。

古地中海(Tethys Sea)：中生代的海洋，位于欧洲以及亚洲大部分地区的南部，非洲和印度的北部；见9页。

脂鲤(tetra)：一般体小，但身体颜色鲜艳，是有名的观赏鱼；见74页。

四足动物(tetrapod)：指(动物祖先)有四肢的脊椎动物，如两栖动物，爬行动物和哺乳动物。多数四足动物，甚至是所有的四足动物的四足都已失去，或功能已产生了变化(如鸟的前肢已变为翅膀)。

叶状体(thallus)：叶状体为一种植物体，其茎、根和叶没有区别，没有维管系统。所有的海藻、真菌都是叶状体(见34－35页)，叶苔中的一部分(见37页)和蕨类植物的配子体(见36页)也都是叶状体。

槽齿动物(尤指槽齿古爬行类动物)(thecodont)：已灭绝的双窝类爬行动物的统称，其齿长在槽里。槽齿动物导致了恐龙、翼手龙、鳄鱼和鸟的出现；见83页，84页。

花鳞鱼(thelodont)：见70页。

兽亚纲哺乳动物(therians)：包括有袋目动物和有胎盘哺乳动物；见100－101页。

温度感受(thermoreception)：对温度和热度刺激的感受性。有些蛇类有与之相关的感觉(即对红放线刺激的感受性)；见88页，189页，191页(方框)

兽脚亚目食肉恐龙(theropod)：蜥臀目，兽脚亚目双足食肉恐龙的统称，包括霸王龙和恐爪龙；见83－84页。

蓟(thistle)：菊科飞廉属和蓟属里带刺的一年生到多年生草本植物的统称。飞廉属包括150种生长在旧大陆的植物，而蓟属包括120种生长在北半球的植物。有些长得像蓟的植物也可称为蓟，如矮鸡蓟和苦苣菜。

胸部(thorax)：昆虫身体的一部分，位于头和腹部之间，腿部与翅膀与之相连(见59页)。甲壳纲动物和蛛形纲动物中，胸部常与头部合并成为头胸部。脊椎动物肋骨四周的身体也可称为胸部。

荆棘(thorn)：从树叶或根生出的尖状结构。如棘豆长出的几乎所有的枝叶都是带刺的。

刺嘴蜂鸟(thornbill)：1.南美蜂鸟，铜点蜂鸟属蜂鸟，共5种，嘴短而尖。2.指澳大拉西亚种的体小的雀科鸣鸟，带有保护色，歌声优美，雀形目啄花鸟科刺莺属鸟，可以建筑拱形巢。

热带棘林(thorn forest)：热带植被种类，主要生长着带荆棘的灌木或乔木(如金合欢)。但常常由于火灾及放牧，热带棘林受到破坏。

棘蜥(thorny devil)：生长在澳大利亚沙漠中的一种鬣蜥，其身体上有一层起保护作用的刺。

蛲虫(threadworm)：各种各样的线状蛔虫，包括寄生在人的肠子里的蛲虫。

威胁性展示(threat display)：同种动物成员之间在受到侵犯时(见157页方框)，为了使敌人撤退所采取的防卫性措施(见167页)。

长尾鲨(thresher)：长尾鲨科，主要生活在海里的捕食性鲨鱼的统称，共5种。其身长可达6米(20英尺)，但身长的一半都为细长的尾部上叶所占。它们以捕食鱼群为生，尾巴用于驱赶鱼群，有时也用尾巴打昏身体较大的鱼。

临阈极(threshold level)：感觉细胞对刺激做出反应的最低限值；见188页。

海石竹属植物(thrift)：白花丹科海石竹属植物的统称，共约80种，生活在海里、极地或高山。

蓟马(thrips)：缨翅目外翅类昆虫的统称，遍布世界，多数体小，以食植物细胞为主，由于体小，它们靠缘缨(羽毛般细小的翅膀)游动；见61页。

鸫(thrush)：雀形目，鹟科鸫亚科鸟的统称，共约180种，遍布世界。鸫善唱(如夜莺)。典型的体大的鸫身长23厘米(10英寸)，胸部为棕色或灰色，并带有浅色斑点。体小的鸫体长15厘米(6英寸)，身体颜色鲜艳；见97页(方框)。

袋狼(thylacine,Tasmanian wolf或Tasmanian tiger)：最大的有袋目食肉动物，由于被捕猎20世纪已灭绝；见105页(方框)。

百里香(thyme)：唇形科百里香属约300种芳香灌木，产于欧亚大陆的温带地区。常见百里香用作香料。

甲状腺(thyroid gland)：脊椎动物的一种内分泌腺，它分泌出荷尔蒙(主要是甲状腺素)，这种物质会影响身体生长和新陈代谢；见183页。

缨尾目昆虫(thysanuran或bristletoul)：缨尾目无翅昆虫，共550余种，遍布世界。多数体小，见于土壤、枯枝落叶、烂木中，以及蚂蚁、白蚁窝中，以腐烂植物为食，因其尾部三条细羽干呈穗状，而得此名。每一段腹节都生有一对短的附属物，可能有感觉功能；见60－61页。

胫骨(tibia)：脊椎动物后肢的两块骨中，内侧的，通常稍大的骨头，位于膝、踝之间。

胫节(tibia)：昆虫腿部的第四关节(见59页)。

蜱(tick)：蛛形纲，蜱目，硬蜱科和软蜱科很小的寄生动物。已发现数千种蜱，许多尚待发现；见68－69页。

潮汐周期(tidal cycle)：有规律的潮涨潮落，能暗示各种海洋生物的周期活动方式，故很重要；见175页。

虎(tiger)：猫科中最大动物。独居，昼伏夜出，捕食其他动物，现在主要局限于南亚自然保护区；见124－125页，201页。

虎甲(tiger beetle)：捕食动物，好动，眼睛发育良好，上颚大，动作迅速，通常飞行。幼体躺在竖直方向的地道中，等候捕食其他动物。

豹猫(tiger cat)：猫科动物，体小，皮毛呈深色，有带状条纹，见于中、南美洲。

灯蛾(tiger moth)：鳞翅目灯蛾科灯蛾属昆虫(3500余种)。颜色鲜艳，呈黑、橙、黄三色。它们(和其他各种灯蛾)的幼虫，毛很粗密，通常称作“灯蛾毛虫”。

鸱(tinamou)：鸱形目47种鸟，栖息于墨西哥、中、南美洲的森林和不毛之地。虽与不会飞的平胸鸟有很近的亲缘关系，却偶尔飞行。多数鸱，如大鸱，能伪装，陆栖，以植物为食；见91页(方框)。

廷伯根，尼克(Tinbergen,Niko)(1907－1989)：行为学家，生于荷兰(1949年移居牛津)。他对许多动物行为模式作了谨慎研究，包括鸥和刺鱼，为此，他和洛伦兹、弗里施共获1973年诺贝尔奖；见148－149页。

组织(tissue)：通常为形式相似的细胞群，它们共同对生物起专化功能，如肌肉组织。

山雀(tit)：不同两科的鸟类，燕雀通常体小而圆，翅膀丰满。山雀往往栖树，群居，主要以昆虫和蓓蕾为食。

狨(titi)：(卷尾猴科)青猴属猴子，产于新大陆，毛长，尾长但不能缠住东西；见138页，155页。

蟾蜍(toad)：无尾目两栖动物的俗名。通常外皮呈瘤状，但蟾蜍与青蛙的区别通常基于个人观点。从狭义上看，“蟾蜍”可指蟾蜍科“纯”蟾蜍，如常见的欧洲蟾蜍(见80页)和黄条蟾蜍；见78－81页，167页，231页(方框)。

蟾鱼(toadfish)：(蟾鱼形目)蟾鱼科鱼类，共64种，多为海生鱼，栖于海底。鱼体短且强壮，口张得很大，眼睛朝上。一些蟾鱼能发出声音，许多蟾鱼有发光器官。

柳穿鱼(toadflax)：玄参科柳穿鱼属约150种草本植物，主要产于地中海。常春藤柳穿鱼与梅花草是亲缘植物。

伞菌(toadstool)：非技术术语，指各种担子菌的可见子实体；有时仅限于毒菌。

烟草(tabacco)：烟草属草本植物。烟草的栽培品种具有经济价值，故种植于亚热带和近海地区。叶子含有生物碱烟碱，收割后经干燥用作烟叶。

番茄(tomato)：马铃薯科多年生草本植物。果实可作为蔬菜食用，故栽植；见43页，46页。

舌(tongue)：(多数脊椎动物)口器内肉质的可动的肌肉器官，尤其用于味觉、吞咽食物及人类言语。

强直反应(tonic response)：属感觉范畴，见188页。

工具(tool)：(动物行为中)动物用来扩展身体功能、实现短期目标的外界物体；见131页，141页(方框)，151页(方框)。

齿(tooth)：口器内硬质的骨状结构，用于撕断或咀嚼食物。牙齿经常被用做武器。

电鳐(torpedo或electric ray)：电鳐科38种鳐，头部长有发电器官，能产生很强的电击(高达220伏特)；见77页。

陆龟(tortoise)：特指龟科海龟类爬行动物(见82－89页)，动作缓慢，陆栖。通常食草，龟壳呈半球形，足呈爪状。

蛱蝶(tortoiseshell)：(蛱蝶亚科)蛱蝶属，广泛分布于温带地区。

全能性(totipotency)：指一个无明显特征的细胞能形成任何细胞类型的状况；见21页，187页。

鹭鸶(toucan)：鹭鸶科41种鸟，鸟体由中至大，产于新热带雨林，是拟啄木鸟的亲缘鸟。鸟喙颜色鲜艳，有些鸟的喙和身体一样长，用来吃果实和昆虫。眼睛周围有一块秃皮，颜色鲜亮；见201页。

触觉(touch)：见59页，80页，190页。

气管(trachea)：1.在呼吸空气的脊椎动物体内，由气管将空气运送到肺部；见180页。2.在昆虫体内，由许多小管将空气从气孔，经更小的管(微气管)运送至组织；见59页，180－181页。

管胞(tracheid)：木质部中的传导细胞。

微气管(tracheole)：见180页。

维管植物(tracheophytes)：包括全部高级陆地植物；见36页。

紫露草属(Tradescantia)：属名，鸭跖草科约40种多年生草本植物，产于新大陆。鸭跖草种植于花园，白花紫露草是常见的室内盆栽植物。

转录(transcription)：由基因(脱氧核糖核酸的一部分)制成核糖核酸复制品的过程；见22页。

转译(translation)：通过使用氨基酸将信使核糖核酸携带的遗传密码转化成核糖体上的肽链的过程，氨基酸由转运核糖核酸(见方框，6页)运送到核糖体。

转移作用(translocation)：将合成物质运送至植物各处的过程；见32页。

蒸腾作用(transpiration)：植物体内的水分经叶子上的气孔蒸发的过程；见31页。

树(tree)：一种高大的木质植物，有一个或几个主干；它与灌木或丛林的区别在于，树体更大且树干更少；见39页，45页，200－201页，207－209页。

旋木雀(treecreeper)：栖树的食虫鸟类，体小，羽毛呈褐色。(旋木雀科)旋木雀亚科包括7种北半球旋木雀，它们用坚硬的尾羽支撑身体。短嘴旋木雀科包括7种澳大拉西亚旋木雀，它们不用鸟尾支撑身体。

桫椤(tree fern)：习性似树的蕨类植物。一些科可以例证，如桫椤科和蚌壳蕨科。茎的外层坚韧，它和叶基残余物共同起支撑作用；见37页(方框)。

树蛙(tree frog)：不严格地讲，树蛙指无尾目栖树动物，它们并非全都栖于树上，一些栖于丛林中、高棵草中和水边植物上；通常树蛙的手指和脚趾末端都长有很黏的爪垫，用来粘附于叶子上。因此黑蹼树蛙和玻璃蛙都可以被称作树蛙，尽管这个名字有时专指雨蛙科中数目繁多的树蛙；见201页。

角蝉(treehopper)：角蝉科同翅昆虫，主要产于热带。它们以植物为食，胸部长有很大的保护物，经腹部向后延伸，与植物的刺和蚂蚁有些相似。通常与蚂蚁共生。

林木线(tree line)：环境梯度上的一点，即由于纬度或海拔(见208－211页)的增加，植物停止生长的一点。

树鼩 (tree shrew)：树鼩科18种哺乳动物体小，似鼩或松鼠，见于东南亚热带森林，以昆虫或果实为食；见101页，136页(方框)。

树雨燕(tree swift)：(雨燕目)冠雨燕科4种澳大拉西亚和亚洲鸟类，表面看似褐雨燕，但羽冠长，可竖起，与纯种褐雨燕不同，树雨燕多数时间栖息于树上。

三叶草(trefoil)：豆科莲花属植物通称，共约100种，一年生至多年生草本植物，其他一些豆科三叶植物也被称为三叶草。

吸虫(trematode)：见55页。

试错法(trial-and-error learning)：见150－151页。

三叠纪(Triassic Period)：地质时期，从2.5亿年前持续到2.05亿年前；见4页。

族(tribe)：生物分类，列在属与亚科之间；见18页。

三角奇龙(triceratops)：鸟脚亚目三角奇龙属食草恐龙；见83－84页。

鳞鲀 (triggerfish)：鳞鲀科的海鱼通称，与鲀有亲缘关系，栖息在大西洋，印度洋和太平洋中。由于大而硬的第一脊椎为直立状而得名。它们身体厚实，鱼鳞坚韧。一些鳞鲀，体小，见77页。

三叶虫(trilobites)：绝迹的原始海洋节肢动物，常出现在古生物化石中，大约5亿年前这一物种最繁盛。椭圆形身体由纵向沟分成三部分，两侧有典型的节肢动物的肢。复眼，身体形状和附属物巨大的差异表明了生活习性的巨大差异；见5页。

法螺(triton)：嵌线螺科的腹足纲软体动物，生活在热带地区，体大，似蜗牛，以其他动物为食。

咬鹃(trogon)：咬鹃目，共39种以昆虫或水果为食的森林鸟类。在所有热带地区咬鹃都有分布，通常头、胸及背部呈彩虹色。许多咬鹃的长尾是条纹状的；见91页，93页。

滋养外胚层(trophectoderm)：见186页。

营养层次(trophic level)：食物链中的营养层次；见194－195页。

热带森林(tropical forest)：见200－201页。

热带鸟(tropicbird)：鹱目鹱科有特殊尾部的白色海鸟，蹼在身体后部，陆地行走，动作笨拙。

热带(tropics)：南北回归线之间跨越赤道的地带，即南、北纬23.5°之间，总的来说，这一地区普遍高温，但植被与气候变化较大；见198－199页(地图)；关于热带生态系统见200－203页。

向性(tropism)：植物的茎或根作为对单一方向刺激改变生长方向的能力，是通过两侧不均的生长实现的，对光的反应被叫做向光性(见33页)，对地心引力的反应叫向心性(见33页)，对触摸的反应叫向触性，对水的反应叫做向水性。

鳟(trout)：不同种类鱼的俗称，尤其是几种鲑科鱼、欧鳟鱼、栖息于北美及东太平洋的红鳟(这两种都正成功地引进到其他地方)。尽管是河鱼但有迁徙的习性，因此被称为海鳟与硬头鳟；见76页(方框)

鲈鲑(trout-perch)：鲈鲑目鲈鲑科2种小型淡水鱼，仅分布于北美淡水区域，除了背鳍外，还有脂鳍。

块菌(truffle)：子囊菌或担子菌真菌的地下子实体(见35页)。一些极其珍贵的食用块菌是通过训练有素的猪或狗的帮助而找到的。

喇叭鸟(trumpeter)：鹤形目喇叭鸟科共3种似鹤鸟类的通称，它们体胖，喜喧闹，喙短，栖息在新热带区的低地和雨林。白翅喇叭鸟站立时有50厘米(20英寸)高。

喇叭花(trumpet flower)：紫葳科一种常绿木质攀缘植物，原产美国，是观赏性植物。

锥体虫(trypanosome)：锥体虫属寄生原生动物；见26页。

彩蝇(tsetse fly)：舌蝇科所有体型中等的双翅目昆虫，舌蝇属非洲种传播睡眠疾病。它们一次产下一个幼虫，幼虫在长成后马上化蛹；见62页，64页，168页，203页。

斑点楔齿蜥(tuatara)：喙头目惟一种，这种似蜥蜴爬行动物生活在新西兰，被认为是在2.2亿－1.5亿年前繁盛一时的残存种。

管足(tube foot)：棘皮类动物(如海星)身体上小的灵活的管状器官，被用来移动、抓拿及呼吸等；见54页。

块茎(tuber)：一种肥大的地下茎(如土豆)或根(如大丽花海藻)；见44页，206页。

栉鼠(tuco-tuco)：栉鼠科栉鼠属几种穴居啮齿目动物，生活在南美。它们的头硬，尾大，切牙与爪子都很大，用来挖掘；见161页。

丛生草(tufted hair-grass或tussock grass)：一种能吸干土壤水分的稗草，生长在欧亚及北非山区。

郁金香(tulip)：百合科郁金香属鳞茎草本植物的统称，生长于欧亚及北非，共约100种。有许多变种，是受人喜爱的花园观赏植物。

郁金香树(tulip tree)：木兰属2种与木兰近缘的植物，似郁金香的花使其成为观赏性植物。

风滚草(tumbleweed)：从基层分离，然后像球体一样飘浮，最后在新地方再生长的植物，如石松。美国西部的许多苋属植物分离后枯萎。

金枪鱼(tuna)：鲭科，鲈形目共13种海洋鱼类的统称(也包括鲭)，分布于热带及温带的水域。金枪鱼体大，健壮，善游，是人类非常重要的食用鱼。蓝鳍金枪鱼全长有4米(13英寸)是硬骨鱼的最大种。

苔原(tundra)：纬度与地形都很高的植被类型；见199页(地图)，210－211页。

尾索动物(tunicate)：尾索动物亚门的所有脊索动物，包括许多重要的海洋动物门类，包括海鞘及枣螈。它们与脊椎动物关系近密，在浮游生物中占重要地位，所有成年被囊动物都是滤食动物；见51页(方框)。

蕉鹃(turaco,touraco或plantain-eater)：蕉鹃目蕉鹃属共17种非洲鸟类的统称，长尾，有能竖起的头冠，外趾突出，能前后移动；见91页，96页。

涡虫类(turbellarian)：涡虫纲，所有能独立代谢的扁虫，其中包括真涡虫；见55页。

大菱鲆(turbot)：鲆科的几种比目鱼，栖息在欧洲，全长有1米(39英寸)，在浅水砾石间出没，是有伪装的鱼类，同时也是极美味的食用鱼。

吐绶鸡(turkey)：吐绶鸡科的两种典型猎鸟，体大，秃头，地栖，普通吐绶鸡是现在养殖种的原始种；见97页(方框)。

姜黄(turmeric)：姜科姜的粉状根茎，用来作咖喱调料及染料。

芜菁(turnip)：芸苔属植物的栽培种，根茎肥大，为蔬菜类植物，叶子可作沙拉或炒菜。

更替(turnover)：物种的一代由下一代代替的速度(如动物种或叶子)。

翻石鹬(turnstone)：鹬科2种涉禽，体小，腿短，几乎全球分

布，名字得于它们翻石觅食的习性。

松脂(turpent ine)：由某些松树的树脂中提取的重要的油，被用来作染料。

龟(turtle)：龟科几种海龟，是爬行动物，在美国或科技用语中，这一词指所有龟类爬行动物，包括乌龟与水龟；见82－89页，170页。

长牙(tusk)：一种长且大的牙(如大象或海豹的牙)，在嘴合上后突出出来，被用来挖掘觅食，或像武器一样用来炫耀。

掘足类软体动物(tuskshell或toothshell)：掘足纲小型软体动物，壳可以被脱掉，而它们也因壳的形状与颜色而得名。掘足类软体动物经常把头伸入沙内，通过粘触角觅食。

鼓膜(tympanic membrane或eardrum)：陆栖脊椎动物体内细小的膜状物，用来通过声波震动，震动然后可以转入内耳；见191页。

霸王龙(tyrannosaur)：霸王龙属脚亚目食用恐龙恐龙，体大，食肉，双足；见83－84页。

霸鹟(tyrant flycatcher)：霸鹟科霸鹟亚科共340种雀形目鸟类的通称。体小，食昆虫，喙长，呈钩状，栖于非洲的丛林及树林，新大陆的霸鹟与旧大陆的鹟相似但无近缘关系，体通常呈黄褐色，但雄鸟在兴奋时会显示直立的亮丽头冠。

秃猴(Uakari)：卷尾猴科秃猴属新大陆猴类仅存的一种小尾卷尾猴；见138页。

牙买加丑橘(ugli)：一种柚与柑橘杂交而成的柑橘属植物果实，但比柑橘要大且皮更粗糙。

伞形花序(umbel)：一种平顶花序，花杆全部聚在花轴的同一点上(有如伞骨状)，如欧芹。

具伞形花序的(umbelliferous)：属伞形科植物的。

脐带(umbilical cord)：有胎盘的哺乳动物的体内一长管状组织，使婴儿与胎盘连接。

伞鸟(umbrella bird)：伞鸟属的三种伞鸟的统称，有羽毛状的触须，雄鸟能够抬起与降下头顶伞形竖冠，而这一属中的鸟也因此得名。

下层林木(understorey)：有树冠层的分层植物的较低层面；见201页。

后勋绶夜蛾(underwing)：夜蛾属，种类繁多，后翅颜色明亮，多为黄或白色，使其在飞行中额外醒目，但降落时，就不为所见了。

有蹄动物(ungulate)：所有有蹄的哺乳动物，这一类动物又分为2个目：奇蹄目(马，貘或犀牛)与偶蹄目(猪，羊，牛，鹿，羚羊等)；见110页(方框)。

均变说(uniformitarianism)：一种地质学理论，表明所有地质变化都是逐渐缓慢过程的结果。与灾变说相对；见12页。

雌雄异体的(unisexual)：(有机体的部分或全部)只具有雌性或雄性繁殖器官。有一些花是雌雄异体的，但大部分是雌雄同株的。

单位膜状物(unit membrane)：见20页。

乌拉尔海(Uralian Sea)：分开欧洲与亚洲的古海。

都市化(urbanization)：人类逐渐集中居住于城镇的过程，最后又延伸到周边市郊，许多动植物已适应在都市中生存了。

尿素(urea)：蛋白质新陈代谢的最终产物，可溶水的，由肝产生，是一种含氮的排泄物，而且(在哺乳动物中)由尿的形式排出；见73页，88页，93页。

尿(urine)：由肾排出的一种液体，包括尿素及其他液体物质的体液；见179页(方框)。

有尾两栖动物(urodele)：包括蝾螈在内的有尾目两栖动物。

荨麻科植物(Urticaceae)：双子叶植物，包括荨麻；见45页。

子宫(uterus或womb)：雌性哺乳动物体内空的肌肉腔，位于骨盆处，是胎儿发育的地方。

液泡(vacuole)：薄膜结合形成的分隔空间，存在于一些动物、原生物及所有植物细胞内。许多植物细胞内都有一个大的中央液泡。负责控制细胞膨压；见20页(方框)，21页，27页，32页。

阴道(vagina)：在雌性哺乳动物体内可伸缩的肌管，从子宫颈延伸到阴门，在性交时，阴茎由此插入，而且可作为生育通道。

缬草(valerian)：缬草属，共约200种多年生草本植物的统称，生长于欧亚、南非及新大陆。红缬草——又称为丘比特的胡子——与红地草近缘。

瓣膜(valve)：(在心脏或血管中)一种暂时用来使体液仅流向一个方向的组织。

吸血蝠(vampire bat)：吸血蝠科，3种小型吸血蝙蝠的统称，分布于新大陆的热带及亚热带地区；见119页，178页。

香子兰(vanilla)：香子兰属攀缘植物的统称。由种荚中可提取香料；见46页(方框)。

杂色(variegation)：通常在植物花瓣或叶子上多种成片状或点状的颜色(如长春藤)。

变种(variety)：植物物种的再分。自然变种的名称通常为拉丁文，如矮菜豆，而栽培品种的名称是本地语言，如菜豆(或云扁豆)。

维管植物(vascular plants或tracheophytes)：所有含维管系统的植物，特别是指所有高大陆地生植物；见36页。

维管系统(vascular system)：(植物内)组织系统，包括木质部(用来分解矿物与水)及韧皮部(用来运输植物体内的化学物质)，另外还有其他多种特殊细胞(如用来起巩固作用)；见31－32页，36页。

传病媒介(vector)：一种携带及传播导致疾病的有机体的物质。

蔬菜(vegetable)：植物的任何一部分，用来制作沙拉或美味可口的菜肴；见46页。

植被(vegetation)：生态系统的植物成分；植物群。

植被地区(vegetation zone)：以植被种类为基础的土地分割；见199页(插图)。

无性体(vegetative body)：植物无性别的部分，如茎、根、叶。

无性繁殖(vegetative reproduction)：一种植物的繁殖方式，通过这种繁殖，基因一致的新的植物萌芽产生于特殊的茎、叶或是母体植物的根；见33页，44页。

静脉(vein)：把身体各部位的血液输送回心脏的血管总称；见181页。

叶脉(vein)：叶子上的维管。

非洲南部草原(veld)：一种南部非洲的热带草原；见206页。

面盘幼体(veliger)：许多腹足纲软体动物自由游泳的幼虫时期。

蚁蜂(velvet ant)：蚁蜂科独居的黄蜂，全球栖息，雌雄蚁蜂都有黑红短细毛，雌蜂没有翅膀(可以用来解释容易使人误解的名字)，是蜜蜂及黄蜂的寄生虫。

绒虫(velvet worm)：节肢动物，体小，无关节。

脉序(venation)：昆虫翅膀或植物叶子上的脉络排列系统。
换气(ventilation)：呼吸过程中，把有氧空气或水带入呼吸器官的方法。
腹的(ventral)：与前身有关的或位于胃部。
心室(ventricle)：心脏中形如房室的部分，接受由心房输入的血液后排入动脉。
捕蝇草(Venus flytrap)：食虫类茅膏菜科植物，原产北美洲东南部。
马鞭草(verbena)：马鞭草科马鞭草属多年生草本植物的统称，共约有250种，生长于新大陆，其中几种为观赏植物，马鞭草也包括一些野生种，如欧亚种马鞭草。
婆婆纳属植物(veronica)：玄参科一年或多年生草本及低矮灌木植物的统称，共约300种，许多被叫做婆婆纳，一些为观赏植物。
脊椎(vertebra)：独立骨骼或软骨的组成部分，脊髓由此通过。
脊椎动物(vertebrate)：脊索动物亚门的全部有脊柱动物的统称，如鱼类、两栖类、爬行动物、鸟类及哺乳动物(方框，见51页)。
胞囊(vesicle)：一种小的球形膜状液囊，在分泌过程中起作用。
胞囊(vesicle)：胚胎组织的囊体，某器官的初期形式，如脊椎动物大脑的原始腔体。
蝙蝠(vespertilionid bat或evening bat)：蝙蝠科翼手目蝙蝠的俗称，共约275种，除南极圈外，广泛栖息。在北极地区，许多种蝙蝠冬眠5－6个月。蝙蝠为食肉动物，捕食大量蠓、蚊子及其他害虫。蝙蝠科中还有小褐蝠，是北美普通种；油蝠大概是欧洲最普通的蝙蝠。
退化器官(vestigial structures)：见14－15页。
巢菜(vetch)：豆科，巢菜属共约140种一年生或多年生草本植物的统称，生长在北部温带及南美地区。
弧菌(vibrio)：S形霍乱菌；见24页。
触须(vibrissa)：许多哺乳动物体表起呼吸作用的坚硬毛发(见133页)或各种鸟类喙周围短而硬的羽毛(见97页)。
荚蒾(viburnum)：忍冬科，荚蒾属共约200种灌木及矮小乔木的统称，生长于北部温带地区，许多为广受欢迎的观赏植物，如荷兰绣球花。
地理分隔(vicariance)：同类动植物因地壳变动而造成的不同地理区域的分隔，如由于水域造成分隔(见8－11页，15－17页)。
骆马(vicuna)：骆驼科偶蹄目哺乳反刍动物的统称，与旧大陆骆驼近缘(见9页，115页(方框))。
绒毛(villus)：脊椎动物小肠内众多的手指状突起，为吸收过程提供了一个充裕表面；见179页。
藤本植物(vine)：茎杆细长，匍匐地面或攀附其他物体而生长的植物，经常用来特指葡萄藤，但也包括其他习性类似的植物，如蛇麻草及红花菜豆。
堇菜(Viola)：堇菜科草本与稀有矮小灌木，共约500种，主要分布于温带。花朵上有花距，用来蓄积花蜜，一些种已被栽培，如香堇菜，油脂可被提取制造香水。
蝰蛇(viper)：蝰蛇科，约40种蛇类，广泛分布于古大陆。所有蝰蛇都有位于毒颌前明显处的毒牙(见87页)。蝰蛇是北欧的惟一一种毒蛇，而鼓腹巨蝰是亚洲各地最常见蛇之一。
蝰鱼(viperfish)：蝰鱼科，6种深海区鱼类统称，分布在世界各地。它们有发光的器官，颌部有长齿；见221页。
绿鹃(vireo)：雀亚目绿鹃科，约50种，体小，羽毛颜色一般较暗，像雀科鸣鸟，产于美洲。鸟嘴呈锯齿状，喙端为钩形。绿鹃非常善于鸣唱。小绿鹃是一类小型的新热带区绿鹃，有17种。
五叶地锦(Virginia creeper)：葡萄科，攀缘藤本植物，原产于北美洲。人们种植五叶地锦以观赏其秋天时的颜色。
病毒(成熟)粒子(virion)：病毒的不活泼的独立细胞外存在阶段，由包在蛋白衣内的核酸构成；见24页。
类病毒(viroid)：比病毒还小的致病颗粒；见24页。
病毒(virus)：缺乏细胞结构的任何一种小有机体；见24页。
豁(viscacha或plains viscacha)：绒鼠科豚鼠形啮齿动物，体大，长尾，毛柔软，是群集性穴居动物，生活在南美洲；见161页。
葡萄科植物(Vitaceae)：一个双子叶植物科，包括葡萄属植物和五叶地锦；见45页。
维生素(vitamin)：正常新陈代谢功能所需要的少量的化学物质的统称；见179页。
玻璃体(vitreous humour)：位于哺乳动物的眼睛中；见189页。
灵猫科动物(viverrid)：(食肉动物目)灵猫科哺乳动物统称，有66种，包括灵猫、麝猫、獴、林狸和马鸟狸。灵猫科动物的典型特征是，身体小而长，灵巧自如，有条毛茸茸的长尾巴。大部分灵猫科动物是机会主义者及杂食性动物，生活在旧大陆的森林地区；见122－123页。
胎生的(viviparous)：(像多数哺乳动物一样)产活的小仔；见185页。
田鼠(vole或meadow mouse)：鼠科田鼠属，各种体小、穴居、食草的鼠形啮齿动物的统称。田鼠的鼻口部平钝，耳小，尾短，见于北美洲和欧、亚洲的草原地区；见135页。
犁鼻器(vomeronasal organ或Jacobsen's organ)：各种哺乳动物、蛇等的(除鼻子外的)一个嗅觉器官；见189页。
德弗里斯，雨果(vries,Hugo de)(1848－1935)：荷兰植物学家，他在1900年重新发现孟德尔关于基因学的研究工作，独立地研究出遗传法则。
兀鹫(vulture)：新域鹫亚科，新大陆兀鹫与鹳科同科，有7种，以腐肉腐物为食的鸟。兀鹫体大，翼宽阔，翼端是折叠的，在翱翔时，觅食动物尸体的腐肉。兀鹫头颈上没有羽毛；见91页，92页，96页，97页。
座山雕(vulture)：鹰科，有11种，产于旧大陆的食腐肉型鸟，包括鹰和雕。座山雕与新大陆的兀鹫相似，但座山雕一般颈上有羽毛；见92页，96页，97页，203页，233页。
涉禽(wader或shore bird)：鹳形目，生活与水密切相关的鸟类的统称，尤指鸻科中的鸟以及鹬科中的鸟；见91页，96页，216页。
摇摆舞(waggle dance)：见153页。
鹡鸰(wagtail)：雀形目，麻雀科鹡鸰亚科，有12种鸟，与鹨近缘。鹡鸰体小，食昆虫，尾长而且尾巴有外露的羽毛，常见于离水近的地方，雌雄颜色不同，雄鸟色彩艳丽。鹡鸰大部分产于旧大陆。
沙袋鼠(wallaby)：袋鼠科岩鼠属以及有关属的食草的有袋的哺乳动物，包括袋鼠和小型沙袋鼠。沙袋鼠与袋鼠相似，但比袋鼠小；见103页，104页。

华莱士，阿尔弗雷德·拉塞尔(Wallace,Alfred Russel)(1823—1913)：英国博物学家，他也提出了达尔文自然选择进化学说(见13页)。他同时也在动物地理学方面做出了早期的重要贡献，提出了亚洲动物群和澳大拉西亚动物群进化的分界线(华莱士线)。

桂竹香(wallflower)：芸苔科(以前是十字花科)桂竹香属，约10种，多年生草本植物及小灌木。最普通的庭院种植桂竹香原产于地中海地区。

壁蜥蜴(wall lizard)：一种常见的欧洲蜥蜴。

胡桃属植物(walnut)：胡桃属，约15种树的统称，其木材珍贵。在美国等一些国家，人们栽种胡桃以收获其坚果销售。

海象(walrus)：鳍脚亚目海象科，产于北极海岸水域的一种大型食肉性哺乳动物。海象是海象科中惟一一个种类。海豹属于鳍脚亚目动物；见142页，143页，159页。

美洲赤鹿(wapiti)：是一种大型鹿，雄性长有树枝形的鹿角，很像赤鹿，美洲赤鹿栖居在东亚和中亚的草原及森林边缘地区，也生活在北美洲。在北美洲，它被称作驼鹿。

狂蝇(warble fly)：狂蝇科中各种双翅目昆虫的统称，包括马蝇。狂蝇蛆在哺乳动物体内的寄生。马蝇卵产在宿主的皮肤上，狂蝇蛆钻入宿主内脏然后又返回皮肤，形成叫做“动物皮瘤”的肿胀物。

莺(warbler)：扇尾莺科(非洲刺嘴莺)和莺科，360种雀形目鸟的统称。刺嘴莺体小，纤细漂亮，其特点是羽毛色调平淡，腹部为灰白色。生活在旧大陆的林区和芦苇荡中，有些生活在澳大利亚。大多数莺以昆虫为食，有时也吃浆果。许多莺是很好的鸣鸟，甚至在飞行时也鸣唱。许多种莺都是迁移性很强的候鸟，有些鸟，例如，柳莺往返的旅程可达25,000公里(15,500英里)；见152页(方框)，171页，205页，209页，211页，217页，233页。

热感受器(warm receptor)：一种特殊类型的温度感觉细胞；见189页。

警戒色(warning coloration)：一些令人讨厌的动物(例如毒蛇或蜜蜂)身上的明亮而显眼的天然颜色，以防御潜在的捕食者；见56页，65页，66页，77页，81页，89页，153页，167页(方框)。

疣猪(wart hog)：撒哈拉沙漠以南的热带稀树草原的一种野猪，长着大獠牙，脸上长有疣状物；见112－113页。

黄蜂(wasp)：胡蜂总科(纯黄蜂)和泥蜂总科(泥蜂)膜翅目昆虫及一些寄生类昆虫的统称。黄蜂的生活方式十分不同。寄生蜂在寄生生命的各个阶段都寄生在其他昆虫身上，而有些种类的黄蜂则在植物上产卵，从而导致瘿的形成。有些黄蜂捕食，把捕到的丧失活动能力的捕捉物带回独居的巢内喂食幼蜂。群居的黄蜂筑巢，而且在不育雌性工蜂中还分等级。蜂巢是用咀嚼的木头建造的，幼蜂生活在纸蜂房中；见63页。

水(water)：生命必须的简单分子(H_2O)；见6页，31页，33页(方框)。关于沼泽地和水生生态系统见216－221页。

水芋(water arum)：一种北温带和副极带池塘与沼泽地中生长的多年生草本植物。

缓步纲动物(water bear)：缓步纲，小型水生节肢动物，形状怪异，有八条腿，腿端为爪状或圆盘状。

划蝽(water boatman)：划蝽科异翅目昆虫。这种像船样的昆虫用桨样的后腿游泳，它们依附水下植物并以像硅藻和水藻等特定的东西为食，从鞘翅下面携带的气泡中呼吸。

非洲水羚(waterbuck)：体大、粗壮，灰褐色或红褐色粗毛羚羊，产于非洲离水源近的热带稀树草原和林区；见115页。

水蝽(water bug)：异翅目昆虫，产于热带，该科昆虫包括了所有虫中的最大部分，也包括了一些最大的昆虫。水蝽很容易飞，在夜间为灯光所吸引。前腿演变成适于抓住像鱼、蝌蚪、青蛙和昆虫等猎获物；见59页。

荸荠(water chestnut)：菱属，许多种漂浮植物的统称，可种植，收获其可食用的含淀粉的种子。中国荸荠具有可食用的块茎。

水灵猫(water civet或aquatic genet)：一种罕见的像猫样的灵猫科动物，毛为红褐色，有一条长而蓬松的尾巴，产于扎伊尔的近水源处，以鱼和其他小的脊椎动物为食。

水田芹(watercress)：芸苔科原属十字花科多年生欧洲草本植物。可种植，用来做色拉。

小长蜥(water dragon)：一些水生或半水生的鬣蜥的名字。

水蚤(water fleas)：一类小型的淡水甲壳纲动物，与半年虫近缘；见67页。

水禽(waterfowl)：鸭、鹅、天鹅的总称。

睡莲(water lily)：睡莲科，多年生草本植物，75种，分布广泛，有3个属。美洲睡莲的浮在水面的叶子直径可达2米(7英尺)；见219页。

泽泻(water plantain)：泽泻科泽泻属，北温带和澳大利亚地区的沼泽地植物，宽阔的尖叶是其特点。

水鼠(water rat)：鼠科鼠亚科半水栖鼠形啮齿类动物。活动在河流及沼泽地，产于澳洲、新几内亚和菲律宾。水鼠也可指其他种类，如北美的麝鼠和欧亚大陆的水鼠。

水蝎(water scorpion)：异翅目红娘华科昆虫，类似水蝽。一对末端呈细丝状的管，可以一起穿透水网，帮助它在水下进行呼吸。

沃森，詹姆斯(Watson,James)(1928—)：美国遗传学家，与克里克一起发现了脱氧核糖核酸分子结构(见22页)。后成为人类基因组排列顺序研究项目的负责人(见23页)。

肉垂(wattle)：一些鸟和蜥蜴的喉部肉状凸起。

食蜜雀(wattlebird)：雀形目吸蜜弗科鸟类，共2种，居于地面，中等大小，像乌鸦。生活于新西兰森林地区。鸟嘴底部肉垂突出。雄鸟与雌鸟嘴形不同；对于1907年就已灭绝的先驱蕨属来说，这种二形现象极其明显。

蜡(wax)：脂肪酸与长链醇的混合物(脂)。蜜蜂分泌蜂蜡用来构筑蜂巢(见160页)。对植物而言，植物蜡可在叶子、果实及茎上形成防水保护层。

横斑梅花雀(waxbill)：麻雀科、梅花雀亚科雀形鸣鸟，共140种。体型小，羽毛色彩斑斓，生活在欧、亚、非及澳洲草场。鸟巢呈圆球状，常选择在草籽最丰盛的时候搭建。澳大利亚具代表性的梅花雀是小雀鸟。

朱缘蜡翅鸟(waxwing)：雀形目连雀科鸟，栖于树上，食水果。头长羽冠，嘴形略弯，方形尾，生活在北半球。全身羽毛柔软光滑、部分翅膀羽毛尖有红色的冠毛，很像蜡滴。

鼬(weasel)：许多鼬科鼬属及相近属食肉小动物的通称，如最小的食肉动物——欧洲鼬；见131页。

风化(weathering)：岩石成分的逐渐化解；见196页。

织布鸟(weaver)：共117种。麻雀科文鸟亚科雀形鸣鸟。体形中等。一些种类显示了复杂的群体行为，其很多种类都为集群生活鸟。大部分生活在非洲，少部分在亚洲和澳洲。巢

穴酷似篮筐，用草编织而成，织布鸟便由此得名。鸟巢常筑在不易接近的地方(如悬于水面之上)，而且入口通道复杂；见94页，95页，161页。

蜘蛛网(web)：蜘蛛为捕捉猎物用细丝结成的网；见69页，160页，164页。

足丝蚊(webspinner)：外翅类昆虫，属纺足目，生活在热带。前腿膨胀，长有能够吐丝的腺体，前腿在身前左右摆动，于树皮上“织出”具有保护作用的丝质隧道。它们共同住在隧道里，夜间出来活动，采食植物；见61页。

杂草(weed)：任何植物，只要生长在人类不需要它出现的地方，则称为杂草；见206页，230－231页。

龙膽鱼(weeverfish)：鲈形目龙膽科海洋鱼类，共4种，产于东太平洋、黑海和智利近海处。这种小鱼深居水底，眼长在头部向上部位，身体半掩埋于沙中。其背鳍刺和鳃盖上的刺有毒，且毒性很大，在一些地区可对游泳者造成危害；见77页。

象甲(weevil)：象虫科甲壳虫，共6万余种。成虫的吻突长短、厚薄各有不同，吻突顶端长有可咀嚼食物的口器，触角通常为弯曲形。它们食谷物及其他硬质蔬菜，且多是破坏性极强的植物害虫。幼虫像蛴螬，无腿。象甲有时也指象鼻虫。

韦格纳，阿尔弗莱德(Wegener,Alfred)(1880－1930)：德国气象学家，他最早提出有力的证据来说明大陆漂移学说；见8页。

魏斯曼，奥古斯特(Weissman,August(1834－1914))：德国生物学家。他于1890年提出，因为生殖细胞(产生精子和卵子)从身体其他部位的细胞分离而来，所以后天形成的特征是无法继承的。实际上，这种差别对于植物而言，不像动物那样明显(见21页)。事实表明，化学及物理因素对染色体都有影响。今天，大多数遗传学家都接受了中心法则。弗兰西斯·克里克就是在魏斯曼的思想基础上阐明了这一理论。它说明，信息只能朝一个方向传递，从脱氧核糖核酸(DNA)到蛋白蛋(经过RNA核糖核酸)，整个程序不可逆转(见22页)。然而，还需指出，这条理论并非在所有条件下都成立。

千岁兰(Welwitschia)：买麻藤属植物，现只有一个种类；见39页。

沼泽地(wetland)：生态系统，虽有水积存，露出水面的植被仍能维持自身的生长；见216－217页，229页。

软腐病(wet rot)：建筑物中真菌生长所造成的木材腐朽。只要木材持续保湿，真菌就可生存下来，继续生长。

鲸(whale)：对大多数较大鲸目动物的通称，有时也统称任何种类的鲸目哺乳动物；见14页，154页，220页，233页(方框)。

鲸鲨(whale shark)：体形庞大的海洋鲨鱼，主要生活在温暖的海洋水面。它行动缓慢，不伤害人类。是最大的鱼类，可长达18米(59英尺)以上；见76页。

小麦(wheat)：温带谷类禾本植物，小麦属。硬粒小麦(麸蛋白多)所产面粉可制作面包，软质小麦(麸蛋白少)所产面粉用来制作饼干及糕点。

穗鹎(wheatear)：鹎属候鸟——鸫共16种。体形中等，羽毛色彩斑斓，生活在北半球。

蛾螺(whelk)：腹足纲，蛾螺科软体动物，浅水海洋蜗牛。以腐肉垃圾或捕食其他动物为食。通过长长的虹管，靠感受化学刺激(气味或味道)的方法觅食；壳的末端有一凹口连通虹管。

鞭尾蝎(whip scorpion)：蛛形纲鞭尾目动物，与真蝎相似，但尾细，没有螫针，并且前面的两条腿细长，很像鞭子。鞭尾蝎遇到攻击就会喷射出一种酸性物质，只要不冒犯它，便不会为害。

鞭蛇(whip snake)：无害的游蛇科游蛇属蛇类，在新、旧大陆均有分布。因受到攻击时，反击强烈而得名。

豉甲(whirligig beetle)：鼓甲科甲壳虫，约700余种，见于世界各地。成虫居于水面，常在水面成群地飞快绕圈游动。眼睛分为两部分，一部分负责水上，另一部分负责水下。

帚蕨(whisk fern)：松蕨纲带孢子植物；见37页。

啸鹟(whistler)：鸦科雀形目鸟，约50种。体形粗短，嘴坚实，可掘地觅食昆虫。见于澳大拉西亚和太平洋区域。它们虽有美妙的歌喉，但外表颜色单调，且少有例外。

白粉蝶(white)：粉蝶科粉蝶属蝴蝶，如幼时以卷心菜为食的欧亚大陆小菜粉蝶等。

白画子树(whitebeam)：瑞典式白画子树或普通白画子树。

绣眼鸟(white-eye)：绣眼科雀形目鸟，90余种。体小，呈绿色，栖于树上。舌状似毛刷尖，眼周围长有环状白色羽毛。生活在欧、亚、非三洲的热带地区和澳大拉西亚及太平洋地区。

白鲑(whitefish)：鲑科白鲑属鱼。主要生活在湖水里。在浅水区铺满砂砾的水底产卵。

粉虱(whitefly)：同翅亚目(半翅目)粉虱科昆虫。这些小昆虫的翅膀及体表都附着一层薄薄的白蜡。常给温室植物的生长带来一些问题。

牙鳕(whiting)：一种重要的食用鱼，与鳕鱼有亲缘关系，见于欧洲近海水域。幼鱼常躲藏在水母的触手之间。

轮生体(whorl)：从茎或花的茎轴处生长出来并环绕其生长的一组叶片、花瓣、萼片等等；见40页。

维达鸟(whydah或widow bird)：梅花雀亚科雀科鸣鸟，15种。体大，与梅花雀有很近的亲缘关系。在繁殖的季节，雄性借助长长的尾部羽毛来吸引雌性，雌性则把卵产在其他雀科鸟的巢里；见95页。

野鸭(wigeon)：鸭科动物，体形小巧，世界各地均有分布。羽毛有细条纹斑。北美野鸭生活在池塘和沼泽地，是一种颜色鲜艳的黑绿色鸟。

野猪(wild boar)：生活在欧亚大陆和北非的野猪是家养猪的祖先；见112页，113页，153页，205页。

野猫(wild cat)：猫科动物，小而粗胖，棕色毛，带黑色条纹。生活在西欧及印度和非洲的森林及草地；见125页，205页。

澳洲野犬(wild dog)：又称印度野狗、猎狗和澳洲野犬。

牛羚(wildebeest或gnu)：两种牛羚属羚羊之一。身体矮小。生活在非洲热带草原上。常见的有蓝牛羚或灰牛羚，白尾牛羚则较罕见；见115页，171页，203页。

荒野(wilderness)：地球表面人类影响最小的地方。完全不受人类影响的也不可能。

柳树(willow)：杨柳科柳属乔木或灌木，约500种。主要生长于北温带及北极，常见于潮湿地带。板球球拍柳能用于制作板球球拍。众多品种中，柳树的吸根即柳条，常用于制作柳制品。黄华柳是柳树的一种；见42页，208页，211页，219页。

柳叶菜(willowherb)：柳叶菜科，柳叶菜属及柳兰属，草本植

物。夹竹桃柳叶菜或山柳菊叶菊芹等类植物在荒芜的土地上极易快速生长。

萎蔫病(wilting)：叶子失去过多水分导致松软或萎蔫的结果；见31－32页。

翼(wing)：鸟类(见92页)、昆虫(见59页)、蝙蝠(见118页)及翼手龙(见84，176页)的飞行结构。

冬青树(wintergreen)：白珠树属及鹿蹄草属。过去用辣冬青制作冬青油，现使用美国黑桦树皮。

紫藤(wisteria)：豆科紫藤种，多木攀缘植物，约9种。生长于东亚及北美。有的用作装饰材料。

金缕梅(witch hazel)：金缕梅属，冬季开花的灌木和矮树，5种。生长于亚洲东部及北美。

狼(wolf)：犬科动物，大狗状食肉动物，包括灰狼及红狼两种；见122页，126－127页，154页，165页，205页，207页，209页。

狼鱼(wolffish)：狼鱼科海鱼总称，6种。体细长，有的长达2米(6.5英尺)，头圆，下颚长有尖齿，可磨碎钝物，齿弯曲排列不整。又称“海鲇”。居于北太平洋及北大西洋深海中。

狼獾(wolverine或glutton)：鼬科动物。性凶猛，体矮而结实，色棕，下颚有力，貌似小熊。生活在北美及欧亚大陆苔原和针叶林地带，捕食脊椎动物；见209页。

毛鼻袋熊(wombat)：有袋目袋熊科动物。长有3只短腿，体矮小，善掘地洞，食草，夜间活动。常见于澳洲大陆及塔斯马尼亚岛。

木(wood)：木类(灌木、木丛、攀缘植物，乔木)根茎的坚硬纤维组织。主要由植物形成层产生出的维管组织构成；见45页。

美洲旱獭(woodchuck或groundhog)：啮齿目松鼠科动物。穴居，善于掘土，有冬眠习性。常生活于北美洲。

鹬(woodcock)：鹬科丘鹬属涉禽类。体矮小而粗壮，尾短。常栖息于东半球林地，其中一种生活在美洲。

砍林鸟(woodcreeper)：49种雀形目之一，砍林鸟亚科，与灶鸟相近。体小，酷似啄木鸟，喙强而有力，能捕捉树皮里的昆虫，尾较长，能支撑身体，尾羽末梢卷曲，能夹住物体。栖息于南美洲及中美洲。

戴胜鸟(wood hoopoe)：戴胜目林戴胜科，有5种。主要栖息于非洲热带草原丛林中。体长，喙长而稍曲，尾羽长而粗硬，捕食树皮里昆虫时能支撑身体。

林地(woodland)：温和气候下森林中的一小片区域，常由人类控制管理。

鼠妇(woodlouse)：陆上甲壳纲动物中最主要的一种腐食动物。体扁平，生有单触须，有7对相似的腿。多岩地带常见的相似品种，被称为足目动物；见66－67页。

啄木鸟(woodpecker)：鴷形目啄木鸟科鸟总称，有200余种。栖息于美洲及东半球。体长，脖颈灵活，喙尖而强健，舌头细长。尾羽长硬，啄木捕食昆虫时，能支撑身体。多数生活在树林中；见91页，93页，95页。

燕鸡(woodswallow)：雀形目吊鸫亚科鸟统称，与乌鸦同属一科，与澳洲喜鹊相近。性好斗，喜聚栖。生活在澳洲及远东地区的旷野地带。有白燕、灰燕等种类。

森莺(wood warbler或American warbler)：雀形目森莺科鸟统称，115种，与鹟相近。体小，性情活跃，颜色亮丽，主要捕食昆虫。栖于美洲，某些方面与东半球的林莺相似。

木蛀虫(woodworm或furniture beetle)：一种窃蠹科甲虫。有破坏性，尤其对针叶材制家具和建筑材料有害；见64页。

毛猴(woolly monkey)：两种悬猴科兔猴种之一。毛多，居于亚马逊盆地森林地带的树荫中；见138页。

职虫(worker)：群居昆虫。生殖器官发育不完全，不能传种。担任保卫自己的家园等工作。蜜蜂、黄蜂、蚂蚁等中的职虫为雌性，白蚁类中的职虫则两性都有。

软体虫(worm)：指大多数体细长的无脊椎动物。无论种源，皆通称为软体虫；见55页，215页，221页。

海藻类植物(wrack)：一种岩藻种海藻(或海草)。

隆头鱼(wrasse)：隆头鱼科海鱼总称，约500种。分布于热带及温带海内。颜色鲜艳，下颚唇厚，齿硬，喉内有咀嚼齿，它们有复杂的求偶筑穴行为，在某些情况下，有性别交换现象(见74页)。夜间宿于罅隙中或埋于沙土内。某些隆头鱼有“鱼中清洁工”的别称。

鹪鹩(wren)：鹪鹩科旋目雀亚科鸟总称。体矮而壮，色棕，喙薄且轻卷，捕食昆虫，翼短而圆，尾短而向上翘起。多栖于中南美洲植被密集地区。古北区鹪鹩同其他鸟类一样，地域感强，用歌喉保卫自己的栖息地。四种属刺鹩科的新西兰鹪鹩无亲属关系，只是貌似，即皆有短尾。

弯嘴鸻(wrybill)：一种栖于新西兰的罕见鸻科鸟。喙扭至右侧，用来翻动石头。

蚁䴕(wryneck)：属蚁䴕种鸟。颜色灰暗，与啄木鸟相近。出没于非洲及欧亚大陆。利用天然洞穴筑巢。

旱生型的(xeromorphic)：(植物)抗旱的。

旱生植物(xerophyte)：植物在其组织或生理结构内自行变化，以此产生抗旱能力。

木质部(xylem)：植物维管组织部分。用于分解矿物盐造水。典型特点是：维管及管胞中的活动细胞伸长，厚壁相对被木质素加固。在脉颈下形成的木质部是主要的木质部，由边次分生组织产生而形成的木质部称为次生质部。木质部构成乔木、灌木等林木的主要部分；见31－32页。

牦牛(yak)：一种野牛。体大，色棕，毛粗密。生活在中亚高原、山脉地带。野生牦牛现已罕见，驯养的牦牛则较多见；见114页。

薯蓣(yam)：薯蓣种草本双股攀缘植物统称，约600种。生活在热带，亚热带地区。有些种已进化成食用块茎，如亚洲的马铃薯，某些作为薯蓣皂甘配基的材料被用于制避孕药。

蹼足负鼠(yapok)：负鼠科。西半球半水栖有袋动物；见104页。

酵母(yeast)：一种单细胞真菌。发芽繁殖可再生。其特殊的菌株可用来作面包和酿酒；见35页。

黄蝶(yellow)：粉蝶种。雄蝶长有黄色双翅。

黄藻(yellow-green algae)：黄藻门。有单细胞和丝状结构。

紫杉(yew)：紫杉种乔木和灌木，约20种。主要生长在北温带地区。条形树叶，分两侧排列。种子包在肉质假种皮内。虽然假种皮可食，但种子及此植物的其他部位却有剧毒。

蛋黄(yolk)：卵黄，蛋内营养的贮存处，主要含蛋白质和脂肪，用于支持动物胚胎的发育。鸟类，爬行动物，某些鱼类等动物的蛋内，蛋黄贮存在蛋黄囊中。哺乳动物也有类似此囊的结构，但内含较少或不含蛋黄；见86页，186页。

扬，托马斯(Young,Thomas)(1773－1829)：英国物理学家；见189页(方框)。

丝兰(Yucca)：龙舌兰科，40余种旱生乔木和灌木的统称。生长在北美洲和中美洲，如短叶丝兰，可长至15米(50英尺)高。

斑马(zebra)：奇蹄目马科哺乳动物，产于非洲。现存3个品种：伯氏斑马、细纹斑马、山斑马。原产南部的白氏斑马于19世纪80年代绝灭；见110页，111页，154页(方框)，158页，203页。

给时者(zeitgeber)：调解身体内部节律或生物钟的外部刺激；如光线强弱的变化；见174页。

姜亚纲(Zingiberidae)：单子叶植物一个亚纲；见45页。

鼢鼠(zokor或mole rat)：又称鼹鼠。啮齿目鼠科鼢鼠属6种动物的统称。与田鼠相像，大门牙，宽大前爪，短尾巴，生活在东亚干旷草原。

成带现象(zonation)：不同环境物理因素引起动、植物群落呈带状分布，如潮汐涨落、温湿度梯度变化(湖泊周围湿度有效性)、纬度变化等。

动物地理学(zoogeography)：研究世界范围动物分布状况的学科。

动物学(zoology)：研究动物的学科，通常划分为专门类别，如鱼类学，鸟类学和昆虫学等。

缺翅虫(zorapteran)：缺翅目外翅类昆虫。22种热带地区昆虫的统称。分有翅类和无翅类，生活在潮湿的腐木中。最小虫为3毫米，与直翅虫或(家)书虱有许多相似之处；见61页。

非洲艾虎(zorilla或African polecat)：又称非洲鸡貂。类似臭鼬的鼬科动物。皮毛黑白二色，尾巴细长，毛茸茸。生活在非洲半干旱地区，见131页。

接合菌(zygomycete)：接合菌纲菌类统称；见35页。

接合菌亚门(Zygomycotina)：真菌门的一亚门；见35页。

接合孢子(zygospore)：接合真菌接合作用形成的孢子；见35页。

合子(zygote)：由雄、雌两个配子接合产生的二倍体细胞；见184页，186页。

Contributors

BDT	Dr Bryan Turner,King's College, University of London
BG	Professor Brian Gardiner,King's College, University of London
BH	The late Dr Beverly Halstead,University of Reading
BSD	Ben Dupre
BTC	Dr Barry Clarke,The British Museum(Natural History),London
CH	Dr Colin Harrison
CW	Cyril Walker,The British Museum(Natural History), London
GS	Dr Gillian Sales,King's College,University of London
IDC	Ian Crofton
JAB	John A.Burton
JSC	Dr Sara Church freld,king's College, University of London
JWC	Dr John Cowan,formerly of King's sCollege, University of London
MB	Professor Michael Black,King's College, University of London
MEC	Dr Margaret Collinson,Royal Holloway and Bedford New College,University of London
MJB	Dr Michael Benton,University of Bristol
ML-E	Meredith Lloyd-Evans,BioBridge,Cambridge
OC	Oliver Crimmen,The British Museum (Natural History),London
PBG	Professor Peter Gahan,King's College, University of London
PDM	Dr Peter Moore,King's college,University of London
PF	Dr Peter Forey,The British Museum(Natural History),London
PM	Dr Paul Markham,King's College,University of London
PW	Dr Philip Whitfield,King's College,University of London
RHE	Dr Roland Emson,King's College,University of London
SM	Dr Stuart Milligan,King's College,University of London

Picture Acknowledgements

The Publishers would like to thank the following for permission to reproduce pictures and for their assistance in providing pictures for the Encyclopedia:

Jacana,pp.16,26,43(top right),46,53(top),54(bottom right),55(top),65(bottom),69,75,86,88(bottom right),94(right),95,96,104,107(bottom),112, 113,114,115,118(top and bottom),119,120,121(top),123,125,126(bottom),128-9,130(top),131,140,142,144-5,146-7,151(bottom),152(top),154,156(bottom),157,169(top),175(bottom),211,213(bottom),216,232.

Oxford Scientific Films,pp.30(Kjell B.Sanoved),134(Animals Animals),138(top,D.Wechsler;bottom,Michael Fogden),158(D.Curl),184(Mantis Wildilfe Films),205(M.Chillmaid),206(M.Colbeck),226(top,J.Dermid).

Planet Earth Pictures,pp.1,7,34(bottom),35(top),39(bottom).44,45(top and bottom),47(right),50-1,52,57(left),62,63,66(bottom),68,72,76,88(bottom left),102,126(top),132(top and bottom),133,135,148(bottom),149,151(top),152(bottom),156(top),163(top),164(bottom),165,167(bottom),169(bottom),171,192-2,200,204,212,213(top),224,226(bottom),227,229(left and right),233.

Bridgeman Art Library,p.12.

Bruce Coleman Limited,pp.6,15,35(centre),37(top),47(left),64,65(top),67,74,77,80,81,88(top),94(left),99,103,105,108,109,116,121(botton),124/125,128,130(bottom),136,137,139,141,148(top),150,155,159,161,162,163(bottom),164(top),166,168,174,175(top),188,202-3,207,208-9,210,214,217,219,228,231(top and bottom).

J.W.Cowan/M.E.Collinson,pp.34(top),35(bottom), 37(bottom),39(top),42,43(left and bottom).

Images Colour Library,pp.222-3.

Incafo Archivo Fotografico,S.L./F.Cardela,p.215.

Peale Museum,Philadelphia,p.12.

Science Photo Library,pp.2-3,24,25,27(top and bottom),31,32,225.

C.M.Young/R.H.Emson,pp.51,53(bottom),54(top left and right,bottom left),55(bottom),56(top and bottom),57(right),167(top).

Zefa Picture Library (UK)Ltd.,pp.i(title),28-9,48-9,124.

Special thanks to:Francoise Mestre,Jennifer Jeffrey

[General Information]
书名=古尼斯生物百科全书
作者=（英）迪普雷等编著　　王文成等译
页数=320
SS号=11645037
DX号=
出版日期=1999年06月第1版
出版社=辽宁教育出版社

封面
书名
目录
第一章　生机勃勃的星球
地球的年龄
什么是生命
星球外貌的变化
气候因素
进化：物种起源
进化论的证据
不断发展的进化
生命的分类
细胞：生命的基本单位
生命的蓝图：遗传学
简单的生命形式：细菌与病毒
简单的生命形式：原生生物
第二章　植物界
植物
植物的功能
藻类植物和真菌
孢子植物
松柏类及其近缘
有花植物的出现
传粉和种子传播
有花植物的多样性
第三章　动物界
动物
海绵
腔肠动物
棘皮动物
蠕虫
软体动物
节肢动物
昆虫：形态与结构
昆虫的分类
昆虫：生命周期
昆虫的相互作用
甲壳动物
蜘蛛和其他蛛形纲动物
鱼类：进化与分类
鱼类：形态与结构
鱼类：生命周期
鱼的世界
两栖动物：进化与分类
两栖动物：形态与结构
两栖动物世界
爬行动物：进化与分类

爬行动物：形态与结构
爬行动物：生命周期
爬行动物世界
鸟类：进化与分类
鸟类：形态与结构
　鸟类：生命周期
鸟的世界
哺乳动物的出现
针鼹和鸭嘴兽
有袋动物
食蚁兽、犰狳和树懒
大象和蹄兔
马、犀牛和貘
猪、西貒和河马
牛、绵羊、羚羊及其亲缘动物
鹿、长颈鹿和义角羚
蝙蝠
食虫目
食肉目：一般特征
灵猫科及其亲缘动物
猫科
犬科及其亲缘动物
熊科
浣熊及其亲缘动物
鼬科及其亲缘动物
兔、野兔和鼠兔
啮齿目动物
灵长目动物：一般特征
　狐猴、懒猴及其亲缘动物
新大陆猴
旧大陆猴
类人猿
水生哺乳动物：一般特征
海豹、海狮和海象
鲸
第四章　　动物的行为和生理学了解动物行为
学习与智力
动物的交流
领地、交配和社会组织
动物建筑师
觅食
捕食者与猎物
防御、伪装和欺骗
寄生与共生
迁徙
种群动态
生物的节律

动物的移动方式
消化
呼吸与循环
神经系统和内分泌系统
性与繁殖
生长与发育
感觉与知觉
第五章　生态系统与生境
生物圈中的能量关系
生物圈的生物地理化学循环
气候和植被
热带森林
热带草原
沙漠
地中海式气候
温带草原
温带森林
北方森林
冻原和高山生态系统
人造生境
岛屿
珊瑚礁
湿地生态系统
淡水生态系统
海洋生态系统
第六章　地球面临的威胁大气的变化
污染
正在消失的生境
害虫及其防治
自然保护
资料库
关于植物、动物、重要概念、专业术语和其他主题的资料汇集